

Aplicação da Metodologia BIM-FM a um caso prático

ADRIANA LUÍSA RODRIGUES SOUSA

novembro de 2016

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM PARA A GESTÃO DE EDIFÍCIOS

CASO PRÁTICO

ADRIANA LUÍSA RODRIGUES SOUSA

Relatório de Estágio submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL – RAMO DE GESTÃO DA CONSTRUÇÃO

Orientador: Professora Doutora Maria do Rosário Santos Oliveira

Supervisor: Engenheiro António Ruivo Meireles (ndBIM)

OUTUBRO DE 2016

ÍNDICE GERAL

Índice Geral	iii
Resumo	v
Abstract	vii
Agradecimentos	ix
Índice de Texto	xi
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas.....	xvii
Abreviaturas	xix
1 Introdução.....	1
2 Facility Management (FM)	3
3 BIM-FM.....	17
4 Caso de Estudo	35
5 Conclusão	57
Referências Bibliográficas	59
Anexo I – Ficheiros Autocad	63
Anexo II – Algumas Famílias Criadas	79
Anexo III– Folhas de Cálculo COBie	85

RESUMO

Devido à evolução tecnológica no setor de construção a troca de informação entre todos os intervenientes num edifício é cada vez mais fácil. A metodologia BIM (Building Information Modeling) permite aos profissionais da construção uma gestão detalhada dos projetos, partilhada por todos os intervenientes, desde a conceção até à manutenção.

Atualmente, a manutenção do edifício é já uma atividade considerada importante, uma vez que é entendida como uma forma de evitar custos elevados de conservação e a longo prazo. Em consequência da necessidade em gerir a manutenção dos edifícios após a sua construção, surgiu a metodologia conhecida por Facility Management (FM). Desta metodologia surgiu a necessidade da ligação entre o BIM e o FM, que é cada vez mais evidente.

O presente relatório tem como objetivo abordar o uso destas metodologias, uma vez que são bastante recentes em Portugal, através da aplicação das mesmas a um caso de estudo real.

Palavras-chave: Building Information Modeling (BIM), Facility Management (FM), BIM-FM, Construction Operations Building Information Exchange (COBie), Manutenção e Gestão de instalações.

ABSTRACT

The exchange of information between all actors in a building is becoming easier, because technological developments in the construction sector. The methodology BIM (Building Information Modeling) allows construction professionals a detailed project management, shared by all stakeholders, from conception to maintenance.

Presently, the maintenance of the building is already an important activity, since it is perceived as a way to avoid high costs of maintenance. As a result of the need to manage the maintenance of the buildings after construction, was created the methodology known as Facility Management (FM). This approach was the need to link between BIM and FM, which is increasingly evident.

This thesis aims to address the use of these methodologies, because they are quite recent in Portugal, by applying these methodologies to a real case study.

Keywords: Building Information Modeling (BIM), Facility Management (FM), BIM-FM, Construction Operations Building Information Exchange (COBie), Maintenance and facilities management.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos os que contribuíram de diversas formas para a realização do presente relatório, que resulta na conclusão do meu percurso académico:

Aos meus pais, pela educação que me deram, os valores que me transmitiram, por me apoiarem nas decisões que tomei ao longo da minha vida e me proporcionarem as condições necessárias para as atingir, sempre com palavras de incentivo e força nos momentos mais difíceis.

Ao meu namorado Ricardo, por estar sempre presente, pela motivação e apoio que me dá de forma incansável.

À Cíntia, pela paciência e apoio incondicional, sempre presente ao longo da minha vida.

Aos amigos e familiares, que de forma direta ou indireta contribuíram para a minha formação pessoal e profissional.

À minha orientadora Professora Maria do Rosário Santos Oliveira, por, depois de me ter orientado durante o meu Projeto de Licenciatura, ter aceite orientar-me também durante o meu estágio curricular para a conclusão do Mestrado. Por todo o apoio, interesse e disponibilidade ao longo de todo este tempo.

Ao meu supervisor Eng. António Ruivo Meireles, da ndBIM, pela oportunidade ao disponibilizar a realização deste estágio e pelo apoio prestado para a realização do mesmo.

ÍNDICE DE TEXTO

1	Introdução.....	1
1.1	Considerações Iniciais	1
1.2	Objetivo.....	1
1.3	Estrutura do Relatório	2
2	Facility Management (FM)	3
2.1	Contexto Histórico	3
2.2	Metodologia.....	5
2.3	Vantagens da Gestão de instalações	7
2.4	Manutenção Preventiva e Corretiva.....	8
2.4.1	Indicadores de Desempenho da Manutenção	9
2.5	FM em Portugal	15
3	BIM-FM.....	17
3.1	Building Information Modeling (BIM)	17
3.1.1	Metodologia	17
3.2	Níveis de Desenvolvimento (LOD)	19
3.3	Interoperabilidade	20
3.3.1	Industry Foundation Classes (IFC)	20
3.4	Núvem de Pontos (Point Cloud).....	23
3.4.1	Definição	23
3.5	Vantagens do BIM com o FM	25
3.6	Tecnologias de suporte ao FM	26
3.6.1	Softwares.....	26

3.6.2	Matriz de Comparação	28
3.7	COBie.....	28
3.7.1	Metodologia.....	28
3.8	Casos de Estudo desenvolvidos	29
3.9	Standards para Implementação do BIM-FM.....	32
3.9.1	Normalização	32
3.10	Questões legais de Implementação do BIM-FM	33
4	Caso de Estudo	35
4.1	Descrição do edifício	35
4.2	Recolha de Informação	36
4.3	Modelação em REVIT	36
4.4	Comparação do modelo 3D com o real	47
4.5	COBie Toolkit no Revit	51
4.5.1	Organização das Folhas de cálculo	52
4.6	Preencher dados gerais (Setup)	53
4.6.1	Preencher dados específicos do projeto (Modify).....	54
4.7	Exportar para o excel (Export)	55
5	Conclusão	57
5.1	Considerações finais.....	57
5.2	Desenvolvimentos Futuros	58
	Referências Bibliográficas.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Desenvolvimento contínuo	6
Figura 2.2 – Logotipo da APFM	15
Figura 2.3 - FM: Pessoas, Processos e Espaços	16
Figura 3.1 – Dimensões do BIM (elaborado pela autora)	18
Figura 3.2 – Dimensões do BIM (da autora).....	18
Figura 3.3 – Diagrama de níveis de maturidade do BIM (autor de (SUCCAR, 2015)).....	21
Figura 3.4 – Normas internacionais da interoperabilidade (autora).....	22
Figura 3.5 – Exemplo de uma Point Cloud (Matrix Composition)	23
Figura 3.6 – Imagem e Point Cloud correspondente (Matrix Composition (Matrix Composition))	23
Figura 3.7 - Passo 1: Selecionar “Insert” (autora)	24
Figura 3.8 – Passo 2: Selecionar “Point Cloud” (autora)	24
Figura 3.9 – Imagens do edifício da MathWorks (TEICHOLZ).....	30
Figura 3.10 – Xavier University (TEICHOLZ).....	30
Figura 3.11 – University of Chicago (TEICHOLZ).....	31
Figura 3.12 – Desenho feito à mão em 1947 (TEICHOLZ)	31
Figura 3.13 – Laser Scan (TEICHOLZ)	31
Figura 3.14 – Hierarquia da normalização (autora)	32
Figura 4.1 – Imagem do armazém da empresa e seu logotipo (autora)	35
Figura 4.2 – Importar ficheiro CAD (autora).....	37
Figura 4.3 – Modelação com base nos ficheiros dwg (autora)	38
Figura 4.4 – Criar nova família (autora).....	38
Figura 4.5 – Informação da família (autora).....	39

Figura 4.6 – Criação de uma família (autora)	39
Figura 4.7 – Introdução de materiais (autora)	40
Figura 4.8 – Aspecto final da família criada modelo vs renderização (autora)	40
Figura 4.9 – Divisão de objetos (autora).....	41
Figura 4.10 – Modelação das várias especialidades (autora).....	41
Figura 4.11 – Modelo de arquitetura (autora)	42
Figura 4.12 – Modelo estrutural (autora).....	42
Figura 4.13 – Modelo das redes (autora)	43
Figura 4.14 – Modelo do projeto de eletricidade (autora).....	43
Figura 4.15 – Modelo de segurança contra incêndios (autora)	44
Figura 4.16 – Modelo com todas as especialidades (autora).....	44
Figura 4.17 – Rooms do R/C (autora)	45
Figura 4.18 – Rooms do piso intermédio (autora).....	45
Figura 4.19 – Rooms do ultimo piso (autora)	46
Figura 4.20 – Divisão de Zonas (autora)	47
Figura 4.21 – Fotografia e imagem do modelo da escada (autora)	48
Figura 4.22 – Fotografia e imagem do modelo da entrada (autora).....	48
Figura 4.23 – Fotografia e modelo do logotipo da empresa (autora)	49
Figura 4.24 – Fotografia e modelo da fachada do edifício (autora)	49
Figura 4.25 – Fotografia e modelo do cartaz da empresa (autora).....	49
Figura 4.26 – Incompatibilidade detetada (autora)	50
Figura 4.27 – Fotografia da Lourofood (autora).....	50
Figura 4.28 – Instalar COBie (autora)	51
Figura 4.29 – Add-in COBie (autora).....	51
Figura 4.30 – Selecionar Setup (autora)	53
Figura 4.31 – Janela Setup (autora).....	53
Figura 4.32 – Janela Settings (autora)	53

Figura 4.33 – Selecionar Modify (autora).....	54
Figura 4.34 – Janela Modify (autora)	54
Figura 4.35 – Divisão de zonas (autora)	54
Figura 4.36 – Selecionar Export (autora).....	55
Figura 4.37 – Abrir o ficheiro exportado (autora)	55
Figura 4.38 – Folha de cálculo exportada (autora).....	56
Figura I.1 – Arquitetura Piso 0.....	63
Figura I.2 – Arquitetura Piso 1.....	64
Figura I.3 – Cortes de arquitetura	65
Figura I.4 – Cortes de arquitetura	65
Figura I.5 – Planta estrutural do piso inferior	66
Figura I.6 – Planta estrutural do piso superior	66
Figura I.7 – Planta estrutural das fundações.....	67
Figura I.8 – Cortes da estrutura.....	67
Figura I.9 – Abastecimento do Piso 0	68
Figura I.10 – Abastecimento do Piso 1	69
Figura I.11 – Águas residuais do Piso 0	70
Figura I.12 – Águas residuais do Piso 1	71
Figura I.13 – Águas pluviais no Piso 0.....	72
Figura I.14 – Águas pluviais na cobertura	73
Figura I.15 – Projeto de eletricidade - Iluminação	74
Figura I.16 – Projeto de eletricidade - Tomadas	75
Figura I.17 – Projeto de eletricidade - Equipamentos.....	76
Figura I.18 – Segurança contra incêndios do Piso 0.....	77
Figura I.19 - Segurança contra incêndios do Piso 1.....	78
Figura II.1 – Tomada trifásica	79
Figura II.2 - Iluminação de modelo Rain Maxi	79

Figura II.3 - Botão de alarme manual	80
Figura II.4 - Exaustor	80
Figura II.5 - Lava botas.....	80
Figura II.6 - Projetor de iluminação	81
Figura II.7 - Bomba de calor.....	81
Figura II.8 – Caleira	82
Figura II.9 - Aviso de caminho de evacuação.....	82
Figura II.10 - ACO DRAIN.....	82
Figura II.11 - Aviso de porta corta-fogo.....	83
Figura II.12 - Barra antipânico	83
Figura II.13 - Modelo de um móvel de casa de banho com dois lavatórios	83
Figura II.14 - Modelo de uma janela de quatro vidros	83
Figura III.1 – Folha de instruções do COBie	85
Figura III.2 – Folha Contact do COBie	85
Figura III.3 – Folha Facility do COBie	86
Figura III.4 – Folha Floor do COBie	86
Figura III.5 – Folha Space do COBie	87
Figura III.6 – Folha Zone do COBie.....	87
Figura III.7 – Folha Type do COBie.....	88
Figura III.8 – Folha Component do COBie.....	88
Figura III.9 – Folha Coordinate do COBie.....	89
Figura III.10 – Folha PickLists do COBie	89

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Organização de indicadores de desempenho (autora com base na norma (Instituto Português da Qualidade, 2009)).....	10
Tabela 2.2 – Indicadores económicos (autora com base na norma (Instituto Português da Qualidade, 2009))	11
Tabela 2.3 – Indicadores económicos (autora com base na norma (Instituto Português da Qualidade, 2009))	12
Tabela 2.4 – Indicadores técnicos (autora com base na norma (Instituto Português da Qualidade, 2009)).....	12
Tabela 2.5 – Indicadores técnicos (autora com base na norma (Instituto Português da Qualidade, 2009)).....	13
Tabela 2.6 – Indicadores organizacionais (autora com base na norma (Instituto Português da Qualidade, 2009))	14
Tabela 2.7 – Indicadores organizacionais (autora com base na norma (Instituto Português da Qualidade, 2009))	15
Tabela 3.1 - Níveis de Desenvolvimento - Geral	19
Tabela 3.2 - Níveis de Desenvolvimento – Exemplo (da autora com base em Pratical BIM (MC PHEE, 2013))	19
Tabela 3.3 - Níveis de Detalhe – Exemplo (da autora com base em Pratical BIM (MC PHEE, 2013))	20
Tabela 3.4 – Resumo de características dos Softwares (autora)	28
Tabela 4.1 – Tabela resumo dos Rooms existentes no edifício (autora)	46
Tabela 4.2 – Folhas do COBie (autora)	52
Tabela 4.3 – Legenda das cores utilizadas no COBie (autora).....	52

ABREVIATURAS

BIM - Building Information Modeling

FM - Facility Management

COBIE - Construction Operations Building Information Exchange

CAD - Computer Aided Design

IFC - Industry Foundation Classes

APFM - Associação Portuguesa de Facility Management

IFMA - International Facility Management Association

ISO - International Organization for Standardization

EuroFM - European Facility Management Network

PM - Plano de Manutenção

LOD - Level of Detail

MEP - Mechanical, Electrical and Plumbing

AVAC - Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

PDF - Portable Document Format

RFA - Revit Family file

RVT - Autodesk Revit file

IWMS - Integrated Workplace Management System

CMMS - Computerized Maintenance Management System

CAFM - Computer Aided Facility Management

IAI - International Alliance of Interoperability

2D – Duas Dimensões

3D – Três Dimensões

ABREVIATURAS

4D – Quatro Dimensões

5D – Cinco Dimensões

6D – Seis Dimensões

7D – Sete Dimensões

CEN - Comissão de Normalização Europeia

CT - Comissão Técnica

IST - Instituto Superior Técnico

LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil

IFD - International Framework for Dictionaries

IDM - Information Delivery Manuals

MVD - Model View Definitions

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Normalmente na construção é adotada uma solução economicamente mais vantajosa, deixando outros fatores de conformidade para segundo plano. Também, cada vez mais se começa a considerar os custos a longo prazo, os que decorrem após a construção.

Por outro lado, a evolução tecnológica tem acompanhado todo o ciclo de vida do produto da construção, isto é, todo o processo construtivo da obra pode ser acompanhado através do uso de softwares apropriados à sua gestão. Foi esta evolução que deu origem ao BIM que, embora exija um esforço financeiro de curto prazo, potencia a redução dos custos a longo prazo, na vida útil dos imóveis.

Na primeira visita à empresa ndBIM (empresa acolhedora do estágio académico), foi proposto trabalhar no tema BIM-FM.

Embora em Portugal seja um conceito recente, ao contrário de vários países, o BIM tem sido cada vez mais valorizado levando a uma grande evolução nos últimos anos, portanto faz todo o sentido abordar o tema nesta altura.

1.2 OBJETIVO

No âmbito da unidade curricular DIPRE foi realizado um estágio na empresa ndBIM, localizada em Vila Nova de Famalicão, no qual foi proposto o desenvolvimento de um estudo em Building Information Modeling (BIM) com metodologia Facility Management (FM) aplicado a um edifício, com o objetivo de divulgar a mais recente dimensão do BIM relativa à Gestão de Instalações. O FM permite a otimização dos processos de gestão e manutenção do edifício, reduzindo custos.

A empresa escolhida para desenvolver o modelo foi a Lourofood, em Vila Nova de Famalicão. Esta empresa é responsável pela criação de produtos alimentares e, por este motivo, tem com uma necessidade de gestão da manutenção das suas instalações complexa e de elevada importância. O software escolhido para o desenvolvimento do modelo foi o Revit, da Autodesk, substituindo o ArchiCad, Para a realização da gestão, foram realizadas folhas de cálculo COBie, um formato para troca de informações que possibilita a gestão da informação utilizando os dados do modelo BIM.

1.3 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

O presente relatório está dividido em cinco capítulos, sendo este primeiro relativo à introdução onde é realizado um enquadramento geral dos temas abordados ao longo do trabalho e onde são apresentados os objetivos propostos.

O segundo capítulo é sobre a Gestão de instalações (FM), com uma breve noção sobre o seu contexto histórico, incluindo a situação atual do FM em Portugal e quais as vantagens da utilização do FM.

No terceiro capítulo é apresentado o BIM-FM, começando inicialmente por uma abordagem ao Building Information Modeling (BIM) e à Interoperabilidade necessária para a aplicação da metodologia FM. Para a realização do BIM-FM é ainda importante abordar o COBie e os softwares de gestão existentes.

No quarto capítulo será aplicado o BIM-FM a um caso real num edifício em Vila Nova de Famalicão, com recurso ao Revit para a modelação tridimensional do edifício, e para a realização do FM a utilização do COBie.

O último capítulo é dedicado às conclusões do trabalho prático desenvolvido, com discussão dos resultados obtidos onde é feita referência a propostas de desenvolvimentos futuros.

2 FACILITY MANAGEMENT (FM)

2.1 CONTEXTO HISTÓRICO

O conceito Facility Management (FM) tem origem em 1950 no latim “facilitas” que significa “fácil” e “manus” que significa “mão”, logo “fácil manuseamento” que se entende por uma fácil gestão. Facility Management significa, em português, Gestão de instalações que é uma metodologia que pode ser usada na atividade profissional responsável pela operação e gestão de edifícios, e serve para melhorar a produtividade da gestão das organizações através da redução dos desperdícios.

Desde 1980 que os Estados Unidos da América foram os primeiros a dar importância à Gestão de instalações, prática desenvolvida devido à necessidade de redução de custos de operação e de manutenção, bem como à otimização e aumento da rentabilidade do investimento imobiliário, ao mesmo tempo em que procuravam a satisfação dos utilizadores e dos proprietários, e desde então o seu desenvolvimento tem vindo a aumentar.

Além dos EUA existem vários países empenhados no desenvolvimento desta metodologia tais como a Alemanha, a Grã-Bretanha, a Holanda e a Austrália, que apontam como fatores positivos a transparência dos custos imobiliários e a utilização de tecnologias que facilitam as operações logísticas. Nestes países, cada vez mais é possível obter cursos de curta duração, graus académicos em licenciatura, mestrado e até em doutoramento, sobre este tema.

Segundo os autores do livro BIM for Facility Management (TEICHOLZ), os resultados obtidos em pesquisas nos países com maior desenvolvimento na área foram os seguintes:

- Redução de custos operacionais;
- Melhor comunicação e ambiente de trabalho;
- Aumento da produtividade para as empresas.

Em seguida apresentam-se alguns acontecimentos importantes na história do FM, com o intuito de entender melhor o seu desenvolvimento, não só em Portugal como a nível global:

- 1950 – Início do FM

A origem da aplicação do FM data de 1950, na companhia aérea PAN American World Services (PAWS) que, segundo os autores (DITTRICH, 2015), obteve grandes resultados no aumento de produtividade da operação e manutenção. PAWS foi reconhecida como a primeira empresa a fornecer serviços de Facility Management quando se tornou ao serviço da força aérea dos EUA.

- 1978 – Conferência “Facilities Impact on Productivity”

A evolução da FM foi desencadeada pela “Facilities Impact on Productivity” uma conferência que, segundo (BANEDJ-SCHAFII, 2009) foi realizada pelo maior fabricante de mobiliário de escritório do mundo Hermann Miller. Este evento, bastante falado na época, fez referência pela primeira vez à ligação entre as instalações do local de trabalho e a produtividade dos seus empregados.

- 1979 – Criação do Facility Management Institute (FMI)

Facility Management Institute (FMI) foi criado pela General Services Administration (GSA), para garantir a transparência e promover a colaboração e inovação dentro da área, pretendendo acelerar o desenvolvimento da profissão em gestão de instalações.

- 1980 – Criação da National Facility Management Association (NFMA)

Um grupo de profissionais de Houston, no Texas, estabeleceram um local para uma associação de Facility Management, com o objetivo de apoiar as suas preocupações crescentes sobre a integração de pessoas e tecnologia em locais de trabalho, criou a National Facility Management Association (NFMA) em Ann Arbor, Michigan.

- 1982 – Transformação da NFMA na IFMA

Mais tarde, a NFMA de natureza local tornou-se International Facility Management Association (IFMA), em reconhecimento a um crescente número participantes do Canadá.

- 1985 – Criação da Association of Facility Management (AFM)

A AFM foi criada por um grupo pequeno de Facility managers, com cerca de dez elementos. Esta foi formada para apoiar o desenvolvimento profissional da FM no Reino Unido.

- 1989 – Criação da German Facility Management Association (GEFMA)

A GEFMA foi criada na Alemanha por um grupo de profissionais, com a finalidade de desenvolver trabalhos em conjunto, com o objetivo do reconhecimento e desenvolvimento da Gestão de instalações.

- 1990 – Criação da European Facility Management Network (EuroFM)

A EuroFM é uma organização europeia de FM, tem membros situados em 23 países diferentes na Europa, provenientes de institutos de pesquisa para universidades, prestadores de serviços e associações relacionadas com FM.

- 1996 – Criação da IFMA Deutschland e.V. da Alemanha
- 2004 – Criação da Associação Brasileira de Facilities (ABRAFAC)

A ABRAFAC é uma associação sem fins lucrativos, com o objetivo de desenvolver o mercado, as organizações e os profissionais de Facilities.

- 2006 – Criação da Associação Portuguesa de Facility Management (APFM)

A APFM é uma associação sem fins lucrativos que surgiu como iniciativa de profissionais e algumas empresas de referência na área em Portugal, com o objetivo de desenvolver, investigar e divulgar Gestão de instalações.

2.2 METODOLOGIA

A Gestão de instalações é cada vez mais uma atividade complexa, exigindo a aplicação adequada dos conhecimentos. Uma gestão eficaz, combinando recursos e atividades, é essencial para o sucesso de qualquer organização, contribuindo para os objetivos estratégicos e operacionais, fornecendo um ambiente de trabalho seguro e eficiente.

Para uma diminuição das despesas anuais das empresas, é necessário economizar em áreas secundárias do negócio. Pode parecer uma boa solução reduzir orçamentos operacionais a curto prazo, mas essa opção impede o desenvolvimento a longo prazo da organização. Outra solução seria cortar pequenos custos em várias áreas operacionais da empresa, mas é improvável assegurar a sustentabilidade do negócio desta forma, podendo até prejudicar a capacidade da organização para oferecer os serviços mais adequados.

A Gestão de instalações apoia as atividades principais da organização, admitindo que o custo e a conformidade não devem ser considerados separadamente. Esta cria o ambiente ideal para as funções principais da organização, tendo uma visão integrada da infraestrutura de negócios e usando isso para proporcionar a satisfação do cliente e melhorar através do apoio e do reforço ao negócio.

Então, esta metodologia serve para:

- Oferecer serviços eficazes e ágeis;
- Permitir mudanças no uso das instalações de trabalho;
- Promover Ativos mais rentáveis;
- Criar uma vantagem competitiva para a organização;
- Reforçar a imagem da organização.

A otimização dos processos da organização é assegurada por um ciclo de melhoria contínua composto da seguinte forma:



Figura 2.1 - Desenvolvimento contínuo

Estratégia: A escolha estratégica é o fator principal e responsável pela eficiência empresarial. Esta deverá ser capaz de estar em conformidade com os objetivos da organização para proporcionar a eficácia da atividade da organização.

Recursos: Para obter a eficácia pretendida é importante considerar os requisitos necessários ao funcionamento da organização, tanto a curto como a longo prazo, sendo, por isso, necessário perspetivar a aquisição necessária de recursos.

Operação: Nesta etapa é posto em prática o plano estratégico, realizando as atividades necessárias e as verificações devidas.

Revisão: A Revisão é necessária e importante para a melhoria contínua na gestão das atividades da FM de uma organização, uma vez que as mudanças são constantes.

Desenvolvimento contínuo: O desenvolvimento contínuo consiste na revisão dos vários sistemas, processos e procedimentos com os quais a gestão de instalações terá de estar envolvido e em consequência desenvolver melhorias, dependendo da análise crítica efetuada.

Esta análise permite concluir que existem, relativamente à metodologia FM, vantagens tais como a capacidade de monitorização e a redução de custos das atividades de gestão e manutenção de edifícios. No entanto, também existem desvantagens, tais como a necessidade de pessoal qualificado e a falta de reconhecimento do contributo desta área por parte das organizações, que se não forem previamente previstas podem introduzir dificuldades no processo de implementação.

2.3 VANTAGENS DA GESTÃO DE INSTALAÇÕES

É importante a empresa investir na gestão das instalações, mas muitas vezes não é isso que acontece por se achar que é algo oneroso. Na realidade a gestão das instalações pode traduzir-se numa economia para a empresa, pelo menos a longo prazo, apresentando os seguintes benefícios:

- **Redução de custos:** As medidas de gestão que se traduzem em redução de custos requerem a manutenção de todos os sistemas de construção e equipamentos atualizados, funcionando com eficiência e com segurança, o que potenciará necessidades monetárias a longo prazo.
- **Gestão de riscos:** Todos os elementos do edifício são rapidamente localizados e geridos. Por esse mesmo motivo, são facilmente detetados os incidentes num edifício, esteja previsto ou seja inesperado, diminuindo assim o risco de não conformidades com o projeto.
- **Satisfação:** A gestão das instalações fornece uma maior consciência dos resultados do desempenho e dos impactos organizacionais, levando a empresa a uma melhoria contínua e à obtenção de orgulho na sua aparência.
- **Manutenção dos ocupantes:** Maior atenção aos ocupantes evita preocupações dos proprietários e dos gerentes, mantendo a sua satisfação.
- **Melhor controlo:** Proporciona um sistema de gestão eficaz das instalações, pelo controlo e documentação dos processos.
- **Preocupação ambiental:** Gestão ambiental através da conservação dos recursos naturais e redução da poluição. Transmitir uma imagem ecológica através de prevenção ambiental é também importante para atrair clientes, lembrando que sua empresa se importa com o ambiente.
- **Retenção de funcionários:** Ambiente seguro e confortável no local de trabalho, mantendo os colaboradores produtivos. Podemos otimizar também os encargos com os trabalhadores, atraindo mantendo os melhores funcionários.
- **Segurança:** Manter um local de trabalho com bom ambiente, sem ameaças, acidentes, roubos ou violência, com funcionários, ocupantes e visitantes tão seguros quanto possível.

- Custos de saúde: Uma gestão eficaz pode prevenir que os colaboradores apresentem cansaço ocular, síndrome do túnel do carpo, dores nas costas ou outras doenças. Poupar custos com a saúde e tempo de inatividade dos funcionários.
- Investimento: O edifício provavelmente terá um preço muito melhor se a construção for realizada com um bom planeamento, redução dos custos e uma construção bem realizada e conservada.

A Gestão de instalações aplicada à gestão e manutenção de edifícios pode também apresentar algumas desvantagens podendo estas ser perspectivadas como oportunidades de progresso e melhoria no desempenho das organizações, tais como:

- Qualificação: Existe a necessidade de contratar pessoal qualificado para efetuar o FM.
- Investimento: Existe um custo imediato, no entanto a longo prazo acaba por compensar.
- Evolução: A Gestão de instalações está ainda pouco desenvolvida e existe pouco conhecimento sobre o assunto.

As empresas ainda reconhecem pouco o uso da FM e apresentam alguns receios devido à possibilidade de existir conhecimentos que desenvolvam atividades semelhantes e à incapacidade de atrair pessoal com qualificação na área. No entanto, o interesse das empresas tem vindo a evoluir, assim como o interesse da comunidade científica.

2.4 MANUTENÇÃO PREVENTIVA E CORRETIVA

A Manutenção Preventiva é realizada com o objetivo de reduzir a probabilidade de uma máquina ou equipamento falhar, ou ser prestado um mau serviço. Ou seja, é uma intervenção planeada antes da ocorrência provável para aparecimento da falha, através de inspeções sistemáticas, ajustes, conservação e eliminação de defeitos, prevenindo-se assim as falhas.

Apresenta contudo algumas vantagens, pois este tipo de manutenção:

- i. Tem menor consumo de energia, devido ao aumento de eficiência dos equipamentos causados pela manutenção;
- ii. Aumenta o tempo de vida útil dos equipamentos, com cuidados simples e frequentes reduzem pequenos problemas que provoquem desgaste ou deterioração;
- iii. Equipamentos limpos, uma vez que a limpeza é efetuada regularmente;
- iv. Reduz erros ou falhas inesperadas, através do controlo frequente do estado do equipamento.

E contém algumas desvantagens, tais como:

- i. Aparecimento de falhas inesperadas, porque nem todas as falhas podem ser previstas;
- ii. Erros na contratação de pessoal e no aprovisionamento e gestão de materiais;
- iii. Métodos operacionais afetados a nível de rendimento da execução;
- iv. Má organização da manutenção, entre a preventiva e a corretiva.

A Manutenção Corretiva é realizada após a ocorrência da falha, que não tendo sido planeada, possa ser corrigida. O uso excessivo da Manutenção Corretiva pode gerar riscos de segurança, aumento de custos, diminuição da qualidade da produção e até a perda ou destruição dos equipamentos disponíveis.

Não existe grande vantagem em utilizar este tipo de manutenção. Este modo de fazer manutenção só deve ser utilizado quando os equipamentos apresentam um custo de inspeção superior ao custo de reparação.

Porém, existem desvantagens, isto é, a manutenção corretiva é mais cara que a preventiva, uma vez que implica gastos elevados em mão-de-obra, peças, equipamentos e serviços. Devido a paragem ou perda dos equipamentos, a produção acaba por diminuir bastante.

2.4.1 Indicadores de Desempenho da Manutenção

Segundo a norma NP EN 15341 de 2009, um bom desempenho da manutenção é o resultado da utilização eficiente dos recursos para manter a condição de um bem, para que possa cumprir a sua função.

Esta norma define os indicadores de desempenho da manutenção como grandezas, com o objetivo de medir o estado, estabelecer comparações, diagnosticar, definir metas e objetivos, planejar ações de melhoria e medir os resultados com uma visão a longo prazo.

Para a construção destes indicadores, é necessário ter em atenção a utilização dos fatores, e criar uma base de dados que forneça a informação necessária, interna ou externa necessária.

Estes indicadores, que permitem medir e controlar o desempenho da manutenção, estão divididos em três áreas distintas: Indicadores Técnicos, Económicos e Organizacionais.

Tabela 2.1 – Organização de indicadores de desempenho (autora com base na norma (Instituto Português da Qualidade, 2009))

		Nível dos indicadores		
		Nível 1	Nível 2	Nível 3
Grupo de indicadores	Económico	E1; E2; E3; E4; E5; E6	E7; E8; E9; E10; E11; E12; E13; E14	E15; E16; E17; E18; E19; E20; E21; E22; E23; E24
	Técnico	T1; T2; T3; T4	T5; T6	T7; T8; T9; T10; T11; T12; T13; T14; T15; T16; T17; T18; T19; T20; T21
	Organizacional	O1; O2; O3; O4; O5; O6; O7; O8	O9; O10	O11; O12; O13; O14; O15; O16; O17; O18; O19; O20; O21; O22; O23; O24; O25; O26

2.4.1.1 Indicadores económicos

Os indicadores económicos, são indicadores obtidos através da informação existente relativa aos vários tipos de custos.

Tabela 2.2 – Indicadores económicos (autora com base na norma (Instituto Português da Qualidade, 2009))

Nível	Indicador
1	$E_1 = \frac{\text{Custo total de manutenção}}{\text{Custo de substituição}} \times 100$
	$E_2 = \frac{\text{Custo total de manutenção}}{\text{Custo de contratação}} \times 100$
	$E_3 = \frac{\text{Custo total de manutenção}}{\text{Output de operações}} \times 100$
	$E_4 = \frac{\text{Custo total de manutenção}}{\text{Custo de transformação}} \times 100$
	$E_5 = \frac{\text{Custo total de manutenção} + \text{Custos de recuperação}}{\text{Output de operações}}$
	$E_6 = \frac{\text{Tempo sem paragem}}{\text{Custo total de manutenção}}$
2	$E_7 = \frac{\text{Valor médio de materiais de manutenção}}{\text{Custo de substituição}} \times 100$
	$E_8 = \frac{\text{Custo de recursos humanos internos}}{\text{Custo total de manutenção}} \times 100$
	$E_9 = \frac{\text{Custo de recursos humanos externos}}{\text{Custo total de manutenção}} \times 100$
	$E_{10} = \frac{\text{Custo de recursos humanos para manutenção}}{\text{Custo total de manutenção}} \times 100$
	$E_{11} = \frac{\text{Custo dos materiais de manutenção}}{\text{Custo total de manutenção}} \times 100$
	$E_{12} = \frac{\text{Custo dos materiais de manutenção}}{\text{Valor médio de materiais de manutenção}} \times 100$
	$E_{13} = \frac{\text{Custo de recursos indirectos de manutenção}}{\text{Custo total de manutenção}} \times 100$
	$E_{14} = \frac{\text{Custo total de manutenção}}{\text{Custo de energia gasta em manutenção}}$

Tabela 2.3 – Indicadores económicos (autora com base na norma (Instituto Português da Qualidade, 2009))

Nível	Indicador
3	$E_{15} = \frac{\text{Custo total de manutenção corretiva}}{\text{Custo total de manutenção}} \times 100$
	$E_{16} = \frac{\text{Custo total de manutenção preventiva}}{\text{Custo total de manutenção}} \times 100$
	$E_{17} = \frac{\text{Custo total de manutenção condicionada}}{\text{Custo total de manutenção}} \times 100$
	$E_{18} = \frac{\text{Custo planeado para manutenção}}{\text{Custo total de manutenção}} \times 100$
	$E_{19} = \frac{\text{Custo de manutenção de melhoria}}{\text{Custo total de manutenção}} \times 100$
	$E_{20} = \frac{\text{Custo de manutenção durante paragens}}{\text{Custo total de manutenção}} \times 100$
	$E_{21} = \frac{\text{Custo gasto em formação}}{\text{Recursos humanos para manutenção}}$
	$E_{22} = \frac{\text{Custo de manutenção contratada para equipamentos mecanicos}}{\text{Custo total de manutenção contrada}}$
	$E_{23} = \frac{\text{Custo de manutenção contratada para equipamentos eletricos}}{\text{Custo total de manutenção contrada}}$
	$E_{24} = \frac{\text{Custo de manutenção contratada para equipamentos}}{\text{Custo total de manutenção contrada}}$

2.4.1.2 Indicadores técnicos

Os indicadores técnicos, são indicadores referentes ao desempenho técnico das instalações.

Tabela 2.4 – Indicadores técnicos (autora com base na norma (Instituto Português da Qualidade, 2009))

Nível	Indicador
1	$T_1 = \frac{\text{Periodo de funcionamento}}{\text{Periodo de funcionamento} + \text{Periodo manutenção}} \times 100$
	$T_2 = \frac{\text{Periodo de funcionamento}}{\text{Periodo de tempo planeado}} \times 100$
	$T_3 = \frac{\text{Número de falhas que causam danos ambientais}}{\text{Tempo de calendário}}$
	$T_4 = \frac{\text{Número de falhas que causam danos pessoais}}{\text{Tempo de calendário}}$

Tabela 2.5 – Indicadores técnicos (autora com base na norma (Instituto Português da Qualidade, 2009))

Nível	Indicador
2	$T_5 = \frac{\text{Periodo de funcionamento}}{\text{Periodo de funcionamento} + \text{Periodo de paragem devido a falhas}} \times 100$
	$T_6 = \frac{\text{Periodo de funcionamento}}{\text{Periodo de funcionamento} + \text{Periodo de paragem devido a manutenção}} \times 100$
3	$T_7 = \frac{\text{Periodo de paragem devido a manutenção planeada}}{\text{Periodo de paragem devido a manutenção}} \times 100$
	$T_8 = \frac{\text{Periodo de paragem devido a manutenção determinada}}{\text{Periodo de paragem devido a manutenção}} \times 100$
	$T_9 = \frac{\text{Periodo de paragem devido a manutenção condicionada}}{\text{Periodo de paragem devido a manutenção}} \times 100$
	$T_{10} = \frac{\text{Número de falhas que causam ferimentos}}{\text{Número de falhas}} \times 100$
	$T_{11} = \frac{\text{Número de falhas que causam potenciais ferimentos}}{\text{Número de falhas}} \times 100$
	$T_{12} = \frac{\text{Número de falhas que causam perigos ambientais}}{\text{Número de falhas}} \times 100$
	$T_{13} = \frac{\text{Número de falhas que causam potenciais perigos ambientais}}{\text{Número de falhas}} \times 100$
	$T_{14} = \frac{\text{Periodo de funcionamento}}{\text{Número de trabalhos de manutenção que causam paragens}}$
	$T_{15} = \frac{\text{Periodo de funcionamento}}{\text{Número de trabalhos de manutenção}}$
	$T_{16} = \frac{\text{Periodo de funcionamento}}{\text{Número de falhas}}$
	$T_{17} = \frac{\text{Número de falhas}}{\text{Custo de substituição}}$
	$T_{18} = \frac{\text{Número de sistemas com análise crítica}}{\text{Número de sistemas}} \times 100$
	$T_{19} = \frac{\text{Homens – hora utilizados no planeamento de sistemas}}{\text{Total de homens hora utilizados em atividades de manutenção}}$
	$T_{20} = \frac{\text{Tempo de planeamento de atividades de manutenção que causam paragens}}{\text{Tempo de planeamento de atividades de manutenção}}$
	$T_{21} = \frac{\text{Periodo necessário para reiniciar}}{\text{Número de falhas}}$

2.4.1.3 Indicadores organizacionais

Os indicadores económicos, analisam a informação existente relativa à organização e os seus colaboradores, incluindo os trabalhos.

Tabela 2.6 – Indicadores organizacionais (autora com base na norma (Instituto Português da Qualidade, 2009))

Nível	Indicador
1	$O_1 = \frac{\text{Número de funcionários de manutenção}}{\text{Número de funcionários da organização}} \times 100$
	$O_2 = \frac{\text{Número de funcionários indiretos de manutenção}}{\text{Número de funcionários da organização}} \times 100$
	$O_3 = \frac{\text{Número de funcionários indiretos de manutenção}}{\text{Número de funcionários diretos da organização}} \times 100$
	$O_4 = \frac{\text{Produção de trabalhador de manutenção (homens – hora)}}{\text{Produção de trabalhador direto de manutenção (homens – hora)}} \times 100$
	$O_5 = \frac{\text{Homens – hora de planeamento da manutenção}}{\text{Homens – hora de manutenção disponíveis}} \times 100$
	$O_6 = \frac{\text{Número de acidentes de pessoal de manutenção}}{\text{Número de funcionários de manutenção}} \times 1000$
	$O_7 = \frac{\text{Homens – hora perdidos devido a acidentes de pessoal de manutenção}}{\text{Homens – hora de pessoal de manutenção}} \times 1000$
	$O_8 = \frac{\text{Homens – hora utilizados para manutenção de melhorias}}{\text{Homens – hora de pessoal da organização}}$
2	$O_9 = \frac{\text{Produção de trabalhador de manutenção (homens – hora)}}{\text{Produção de trabalhador (homens – hora)}} \times 100$
	$O_{10} = \frac{\text{Pessoal da manutenção por turno}}{\text{Pessoal da manutenção}} \times 100$
3	$O_{11} = \frac{\text{Periodo para ações corretivas}}{\text{Periodo de paragem para trabalhos de manutenção}} \times 100$
	$O_{12} = \frac{\text{Homens – hora relacionados com a manutenção a executar tarefas mecânicas}}{\text{Periodo de paragem para trabalhos de manutenção}} \times 100$
	$O_{13} = \frac{\text{Homens – hora relacionados com a manutenção a trabalhar com equipamento}}{\text{Periodo de paragem para trabalhos de manutenção}} \times 100$
	$O_{14} = \frac{\text{Homens – hora relacionados com a manutenção a executar tarefas mecânicas}}{\text{Periodo de paragem para trabalhos de manutenção}} \times 100$
	$O_{15} = \frac{\text{Número de funcionários da organização polivalentes}}{\text{Número de funcionários de manutenção da organização}} \times 100$
	$O_{16} = \frac{\text{Homens – hora executados em ações corretivas}}{\text{Homens hora para manutenção}} \times 100$

Tabela 2.7 – Indicadores organizacionais (autora com base na norma (Instituto Português da Qualidade, 2009))

Nível	Indicador
3	$O_{17} = \frac{\text{Homens – hora em ações corretivas imediatas}}{\text{Homens – hora para a manutenção}} \times 100$
	$O_{18} = \frac{\text{Homens – hora em ações corretivas preventivas}}{\text{Homens – hora para a manutenção}} \times 100$
	$O_{19} = \frac{\text{Homens – hora em ações de manutenção condicionada}}{\text{Homens – hora para a manutenção}} \times 100$
	$O_{20} = \frac{\text{Homens – hora em ações de manutenção predeterminada}}{\text{Homens – hora para a manutenção}} \times 100$
	$O_{21} = \frac{\text{Homens – hora em período extraordinário}}{\text{Homens – hora para a manutenção}} \times 100$
	$O_{22} = \frac{\text{Número de horas de trabalho realizadas dentro do prazo previsto}}{\text{Número de horas de trabalho previstas}} \times 100$
	$O_{23} = \frac{\text{Número de horas de formação para trabalhadores da organização}}{\text{Homens – hora para a manutenção}} \times 100$
	$O_{24} = \frac{\text{Número de pessoas de manutenção direta que utilizam o software}}{\text{Número de pessoas de manutenção direta}} \times 100$
	$O_{25} = \frac{\text{Horas por homem gastas em atividades de planeamento}}{\text{Horas por homem planeadas para atividades de planeamento}} \times 100$
	$O_{26} = \frac{\text{Número de peças sobresselentes fornecidas pelo armazém}}{\text{Número de peças exigidas pela manutenção}} \times 100$

2.5 FM EM PORTUGAL

Em 2006 foi criada em Portugal a APFM (Associação Portuguesa de Facility Management), uma associação sem fins lucrativos, que surgiu como iniciativa de alguns profissionais e empresas de referência no setor, com o objetivo de desenvolver a investigação e a divulgação da área profissional denominada “Facility Management”.



Figura 2.2 – Logotipo da APFM

Segundo o site da APFM (APFM), esta associação tem a intenção de desenvolver em Portugal a profissão de “Facility Manager”, que já é reconhecida em tod

o o mundo, em cerca de 50 países com mais de 20.000 profissionais, assim como promover o contacto entre os profissionais do sector.

Conforme as listagens da APFM, os profissionais dedicados à atividade pertencem a áreas de especialização como: arquitetura, engenharia, imobiliário, gestão, recursos humanos, entre outras.

A estrutura das organizações e a cultura empresarial em Portugal representam fatores de peso a ter em conta na FM, pois fomentam a interação das três componentes básicas (Pessoas, Processos e Espaços). As pessoas tendem a estar muito focadas na hierarquização e burocratização, podendo ser este um dos motivos para a falta de comunicação entre departamentos dentro das organizações, comprometendo a eficiência organizacional e aumentando o tempo de resolução de problemas. Departamentos relacionados e interligados são muitas vezes dispostos fisicamente afastados uns dos outros.



Figura 2.3 - FM: Pessoas, Processos e Espaços

Para ajudar a definir os requisitos de um Sistema de Gestão da Manutenção eficaz, e orientar as organizações a definir uma Política de Manutenção, surgiu a NP 4483:2009 “Implementação de Sistemas de Gestão da Manutenção”. Esta norma tem como objetivo garantir que a organização alcança os objetivos pretendidos, aumentando a satisfação do cliente através da aplicação de um sistema eficaz.

3 BIM-FM

3.1 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

3.1.1 Metodologia

O BIM é uma metodologia que permite ter uma visão global da conceção, construção e gestão das instalações usadas no ambiente construído. Esta capacidade para incorporar informações operacionais dentro do modelo possibilita uma gestão processos e recolha de dados mais eficientes, melhorando os procedimentos de manutenção e avaliações de custo.

Pode ser visto como um processo que armazena e gere a troca de informação de um projeto, através modelos que representam o edifício, com todas as suas características. Este processo, é realizado através de softwares, facilitando a visualização do resultado final do projeto em estudo.

O BIM permite uma comunicação mais fácil e completa entre as várias especialidades envolvidas num projeto e possibilita a visualização e alteração de informação em tempo real sem a necessidade de contacto entre profissionais e conversão de ficheiros, substituindo a representação tradicional 2D por visualizações em 3D com informações mais detalhadas, tais como quantidades de materiais, custos, características técnicas, etc.

Os modelos BIM podem estar representados em diversas dimensões (nD), dependendo da informação da edificação que o modelo contém, tais como: tempo, custo, sustentabilidade, acústica, iluminação, etc.

Na figura seguinte apresentam-se as dimensões de BIM com o que cada inclui:

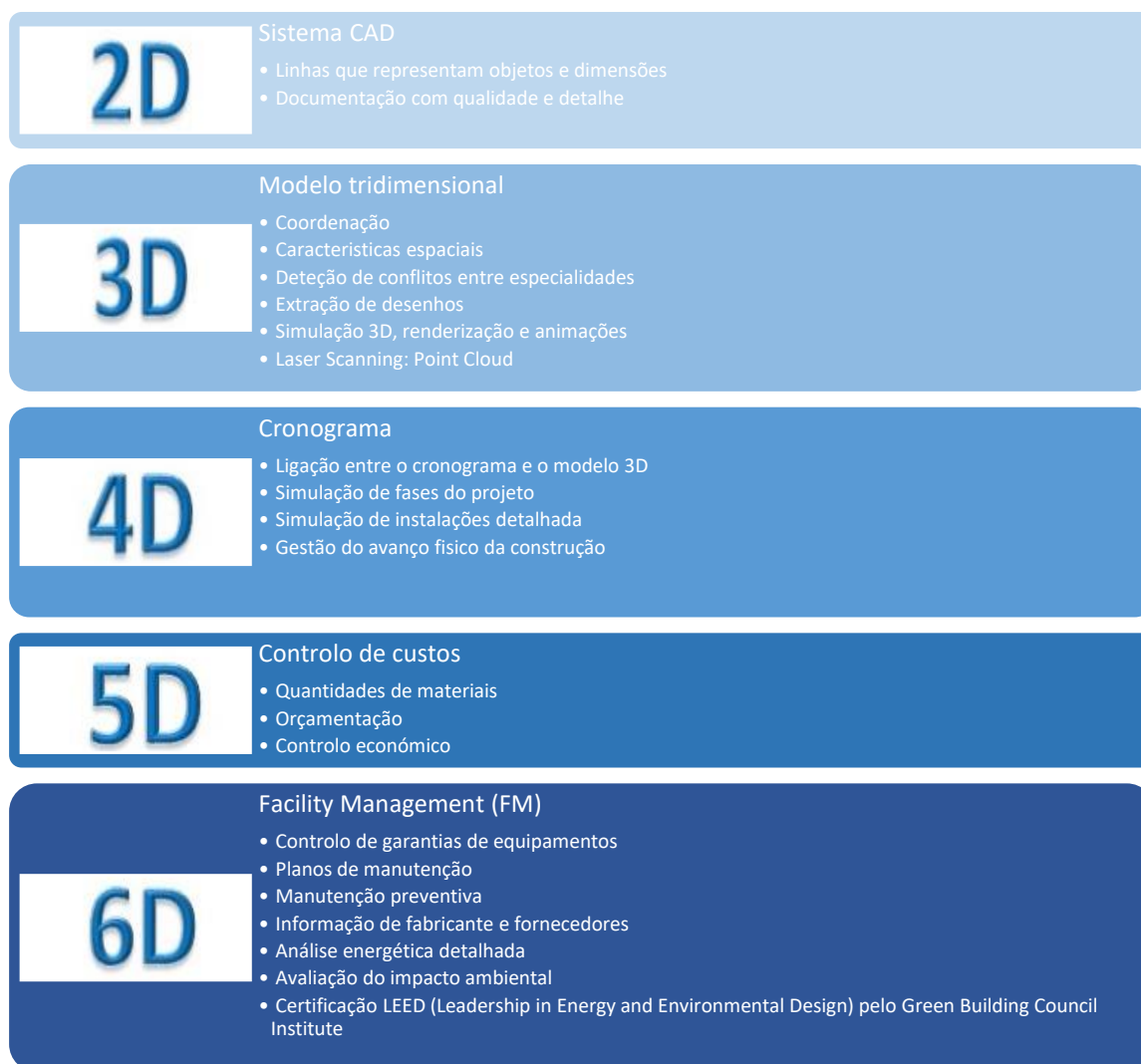


Figura 3.1 – Dimensões do BIM (elaborado pela autora)

Há ainda quem considere que exista uma sétima dimensão, dividindo a ultima dimensão referida em duas, Sustentabilidade como 6D e Facility Management (FM) como 7D.

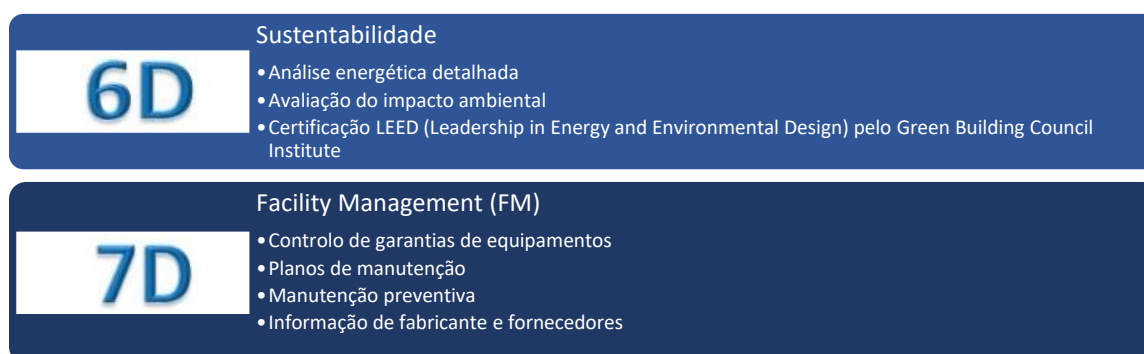


Figura 3.2 – Dimensões do BIM (da autora)

3.2 NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO (LOD)






O Nível de Desenvolvimento (Level of Development - LOD), segundo o autor (MARITAN, 2014) criado pela VICO Software, é uma medida que define a informação representada por um elemento de BIM. Um elemento BIM é apenas uma parte da informação do mesmo elemento, uma vez que o empreiteiro não precisa saber o aspecto do elemento escolhido, precisa apenas de saber o seu fabricante, o modelo do elemento e nalguns casos a dimensão. De uma forma geral:

Tabela 3.1 - Níveis de Desenvolvimento - Geral

LOD 100	Qual é o elemento
LOD 200	O elemento e a sua dimensão
LOD 300	O elemento, funções e opções de acessórios
LOD 400	O elemento, o fabricante e o número do modelo.
LOD 500	O elemento, o fabricante, o número do modelo, o fornecedor e a data de compra.

Com o exemplo de uma cadeira obtemos o seguinte:


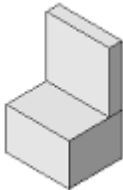


Tabela 3.2 - Níveis de Desenvolvimento – Exemplo (da autora com base em Pratical BIM (MC PHEE, 2013))

LOD	LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 400	LOD 500
Imagem					
Dados	Cadeira	Cadeira	Cadeira com braços e rodas	Cadeira com braços e rodas	Cadeira com braços e rodas
		Altura	Altura	Altura	Altura
		Largura	Largura	Largura	Largura
		Profundidade	Profundidade	Profundidade	Profundidade
				Fabricante	Fabricante
				Modelo	Modelo
					Data de compra

O Nível de detalhe é uma medida da quantidade das informações fornecidas relativamente ao elemento. O nível de desenvolvimento e de detalhe estão diretamente relacionados, uma vez que só pode ser bastante desenvolvido se tiver detalhe.

Podemos definir o nível de detalhe segundo a AEC (UK) BIM Protocol. Em seguida apresenta-se o exemplo dos níveis de detalhe de uma cadeira:

Tabela 3.3 - Níveis de Detalhe – Exemplo (da autora com base em Pratical BIM (MC PHEE, 2013))

G	G0 Schematic	G1 Concept	G2 Defined	G3 Rendered
Imagem				
Dados	Cadeira	Cadeira	Cadeira com braços e rodas	Cadeira com braços e rodas
		Altura	Altura	Altura
		Largura	Largura	Largura
		Profundidade	Profundidade	Profundidade
			Fabricante	Fabricante
			Modelo	Modelo

3.3 INTEROPERABILIDADE

A interoperabilidade define-se como a capacidade de dois ou mais sistemas trocarem dados entre si, sejam estes informatizados ou não. Neste contexto, a palavra é utilizada para descrever a capacidade de diferentes softwares trocarem dados.

3.3.1 Industry Foundation Classes (IFC)

Atualmente, as aplicações como Autodesk Revit, Bentley Architecture e Graphisoft ArchiCAD têm diferentes modelos de dados internos, impossibilitando a existência de interoperabilidade entre elas.

A interoperabilidade pode ser dividida em três níveis: tecnológico, semântico e processual. Então, os trabalhos de normalização focam-se em Dados (IFC), Condições (IFD) e Processos (IDM).

A Industry Foundation Classes (IFC) foi desenvolvida pela International Alliance of Interoperability (IAI), com o objetivo de encontrar uma solução que permitisse a normalização da troca de dados.

A IFC propõe um formato de Dados que atua de forma neutra, capturando não só a geometria como também outras propriedades associadas aos objetos e as suas relações dentro do modelo tridimensional. Este formato permite ainda aperfeiçoar a comunicação, aumentar a produtividade, diminuir o tempo de entrega e reduzir a perda de informações, melhorando a qualidade do modelo.

A IFC é também apoiado por outros produtos da buildingSmart como Information Delivery Manuals (IDM), International Framework for Dictionaries (IFD) e Model View Definitions (MVD), garantindo ao utilizador que o software que está a utilizar satisfaz as normas IFC e clarifica a interoperabilidade.

Um fator também importante com a evolução da tecnologia é a maturidade do BIM, um conceito que é ainda bastante recente.

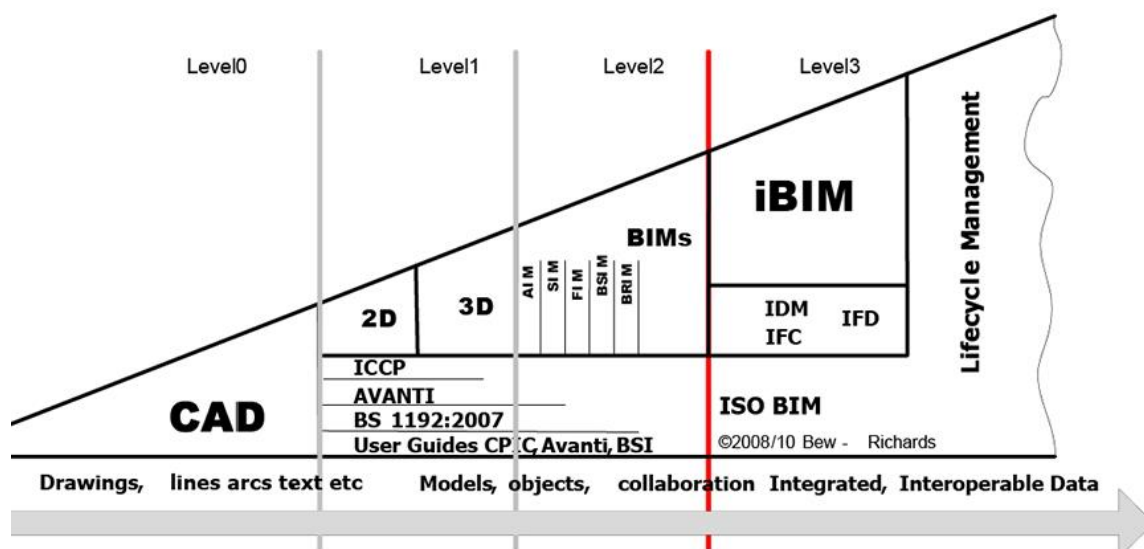


Figura 3.3 – Diagrama de níveis de maturidade do BIM (autor de (SUCCAR, 2015))

International Framework for Dictionaries (IFD)

O IFD é uma norma para a terminologia e as definições, permitindo a ligação entre o modelo e várias bases de dados com informações específicas do projeto e do produto.

Information Delivery Manual (IDM)

O IDM identifica quais os tipos de informação que são necessários durante a construção de um projeto, com especificações detalhadas da informação que um determinado utilizador deve fornecer (arquiteto, engenheiro ou outro).

Model View Definition (MVD)

O MVD define um conjunto que fornece uma orientação para a implementação de todos os conceitos do IFC utilizados dentro desse conjunto, incluindo a especificação de requisitos do software para a implementação de uma interface IFC.

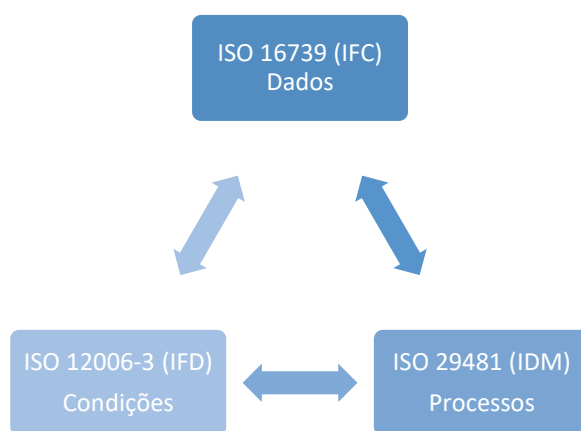


Figura 3.4 – Normas internacionais da interoperabilidade (autora)

Relativamente ao Revit, o software utilizado para realizar o modelo em BIM, a nível da interoperabilidade permite importar ficheiros com extensão *rfa* e *rvt* (de versões anteriores), ficheiros CAD (como *dwg* e *dxf*) e formato IFC. O software permite também exportar ficheiros *rvt* e *rfa*, ficheiros CAD, ficheiros COBie, ficheiros de imagem (como *jpg*), ficheiros XML, ficheiros FBX e formato IFC.

3.4 NÚVEM DE PONTOS (POINT CLOUD)

3.4.1 Definição

Inicialmente, estava previsto a realização e estudo de uma Point Cloud durante o estágio curricular, mas uma vez que tal não foi possível, é feito no presente relatório apenas uma breve introdução ao tema.

A Nuvem de Pontos (Point Cloud) é um arquivo com os dados de um conjunto de pontos com um sistema de coordenadas tridimensional, realizada através de laser scanning. A realidade física do local é capturada com bastante precisão, eficiência e pode ser facilmente interpretada por projetistas e engenheiros.

Este método é utilizado essencialmente quando existe uma falta de informação ou inexistência de projetos relativamente ao edifício, permitindo haver redução de custos diretos com repetições no levantamento, reduções do tempo de projeto e maior segurança na tomada de decisões.

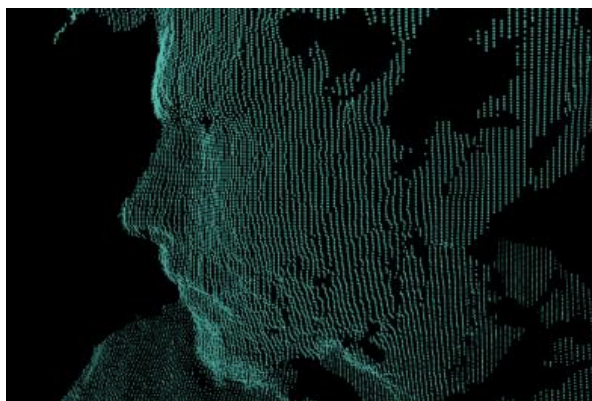


Figura 3.5 – Exemplo de uma Point Cloud (Matrix Composition)



Figura 3.6 – Imagem e Point Cloud correspondente (Matrix Composition (Matrix Composition))

Uma nuvem de pontos pode inserida no Revit da seguinte forma:

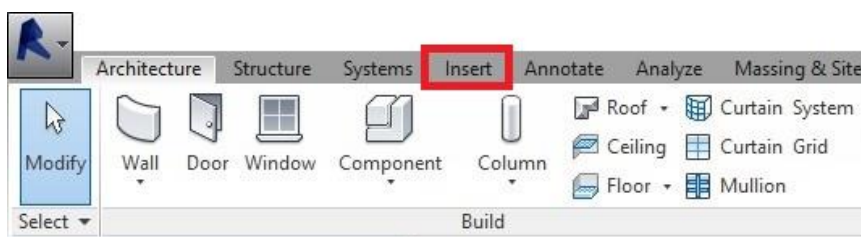


Figura 3.7 - Passo 1: Selecionar “Insert” (autora)



Figura 3.8 – Passo 2: Selecionar “Point Cloud” (autora)

É necessário ter em atenção na escolha do ficheiro da Point Cloud, pois é necessário definir o posicionamento da seguinte forma:

- Auto - center to center (centro a centro): O Revit coloca o centro da caixa delimitadora da nuvem no centro da caixa delimitadora do modelo.
- Auto - origin to origin (origem a origem): O Revit coloca a origem da nuvem de pontos, o ponto (0,0,0), na origem do projeto do Revit.
- Auto - by shared coordinates (por coordenadas compartilhadas): O Revit assume que as coordenadas dos pontos no arquivo da nuvem de pontos são especificadas no sistema de coordenadas compartilhado usado no modelo.

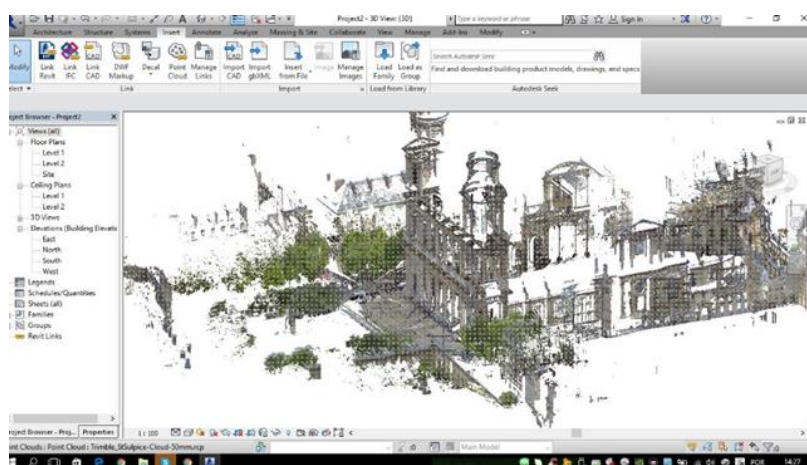


Figura 3.9 – Exemplo de uma Point Cloud no Revit (autora)

3.5 VANTAGENS DO BIM COM O FM

Com a análise dos resultados obtidos a partir de modelos BIM (Building Information Modeling), segundo os autores (CASTILLA, 2015) (Helbling, 2012) , algumas das vantagens da utilização do BIM com o FM são:

- Aumento da eficiência e produtividade
- Melhoria na gestão do espaço
- Facilidade de coordenação
- Otimização do projeto
- Visualização e simulação tridimensional
- Redução do tempo de identificação e resolução de problemas de projeto
- Otimização de equipas
- Análise energética detalhada
- Iniciativas de sustentabilidade
- Controlo de prazos e custos
- Extração de quantidades de materiais
- Manutenção preventiva
- Controlo das garantias, avisa quando estão prestes a expirar, quando necessita de inspeção e se existe qualquer irregularidade na mesma
 - Ter um sistema para emitir alertas em caso de avaria de qualquer equipamento
 - Permite uma visualização próxima da realidade

Segundo o mesmo autor, embora existam maioritariamente vantagens em utilizar o BIM-FM, existem também as seguintes desvantagens:

- Programas de manutenção com base unicamente em instalações em todo o ciclo de vida do ativo nas recomendações iniciais do fabricante, e não com base em operações e atividades das organizações.
- Não há um alinhamento adequado entre a manutenção de ativos e a necessidade e expectativas da organização em relação à sua atividade.
- Não há prática de análise e gestão de risco que faça com que a organização estabeleça planos de operação e manutenção.

- Falta de comunicação e colaboração entre a manutenção, recursos humanos, compras e finanças.

3.6 TECNOLOGIAS DE SUPORTE AO FM

3.6.1 Softwares

FM:Interact

FM: Interact é um conjunto de ferramentas de software de computador para instalações e profissionais imobiliários, fácil de usar. Estas ferramentas podem ajudá-lo a economizar tempo, aumentar a produtividade, reduzir os custos de ocupação e aumentar a satisfação dos empregados, tudo a partir de um dispositivo móvel ou desktop.

YouBIM

YouBIM é um 'Software como um serviço' (SaaS) de solução com base online que desenvolve o BIM através de Facilities Management, integrando informações e tornando-se instantaneamente disponível na forma de modelos online de dados.

FMX

FMX é extremamente colaborativa, com uma interface intuitiva baseada em calendário que incentiva os gestores de instalações e os funcionários a gerir recursos de forma mais eficiente e trocar de informações críticas. Com o FMX, pode-se obter custos operacionais mais baixos, reduzir despesas de energia e melhorar a satisfação dos ocupantes.

Archibus

ARCHIBUS transforma o BIM, GIS e Mobile em potências que aceleram a compreensão do portfólio de imóveis, espaços de trabalho e operações, e acelera os processos de negócios.

O mais recente avanço em recursos e funcionalidades foi projetado para simplificar trabalho, sem adicionar complexidade técnica, automatizando o fluxo de informações, desde a concepção de propriedade e fases de construção até à gestão do ciclo completo de ativos do portfólio global.

Bentley Facilities

Permite melhorar a coordenação do projeto, obter visibilidade da construção e verificar as informações do projeto e construção para uso operacional. Projeto, análise, realidade e construção de soluções de modelagem Bentley reúne todas as disciplinas envolvidas no projeto e construção das instalações. Com processos geridos através da nossa solução de colaboração de projeto, pode progredir inteligentes

modelos produzidos pela equipa do projeto de conceção, construção e operações. Como resultado, irá reduzir custos, gerir projetos de capital e maximizar o retorno sobre seu investimento.

Onuma System

ONUMA é um ecossistema de ferramentas, plataformas e serviços para edifícios, cidades e muito mais. Construído por arquitetos e programadores que têm vindo a utilizar o BiM há mais de 20 anos.

Utilização desde o planeamento inicial, através da conceção e construção, até as operações. Utilização do ONUMA para edifícios existentes, começando com poucos dados ou conectando-se a construção detalhada BIMs.

EcoDomus FM

EcoDomus FM é um aplicativo de software que antecipa a integração em tempo real do BIM com construção de sistemas de automatização, com os softwares CMMS/CAFM/IWMS. EcoDomus FM pode servir como uma parte do repositório de instalação Central (CFR) ajudando os proprietários a manter os dados sempre atualizados para as aplicações e bancos de dados.

ArchiFM

Archifm.net ajuda a gerir as instalações mais eficientemente, para salvar a construção de custos de gestão e melhorar a qualidade dos seus serviços.

Archifm.net integra com ArchiCAD e constrói um banco de dados FM diretamente do reconhecido formato BIM do ArchiCAD.

Um modelo BIM bem desenvolvido - além dos dados habituais de gráfica CAD - contém uma grande quantidade de informações úteis para fins de FM, como área útil, limpeza de área, informações do fabricante e outros. Depois, estes dados importantes podem ser utilizados durante todo o ciclo de vida do edifício.

FaMe

O FaMe desenvolveu um sistema de contabilidade completo personalizado para a indústria de gestão de imóveis. Normas de contabilidade específicas do país são implementadas com a solução. Diferentes estruturas de normas nacionais e internacionais já estão configuradas e incluídas.

O sistema The FaMe tem módulos para a gestão de clientes particularizada para requisitos de gestão de imóveis. Ofertas e gestão de contatos incluídos. Estão formadas páginas da web para fornecer os produtos e serviços para o cliente através da internet, que também faz parte da FaMe.

3.6.2 Matriz de Comparação

Tabela 3.4 – Resumo de características dos Softwares (autora)

Software		FM:Interact	YouBIM	FMX	Archibus	Bentley Facilities	Onuma System	EcoDomus	ArchiFM	FaMe
Custos	Dono	FM:Systems	ENGworks	FMX	Archibus	Bentley	Onuma Inc.	EcoDomus	Graphisoft	
	Investimento inicial	50000€ a 140000€		5 500 €	451€ a 3200€		2 292,00 €		21 000,00 €	
	Valor anual de manutenção	500€ a 28000€		1 800 €	451€ a 3200€		2 292,00 €		21 000,00 €	
	Inclui actualizações	x		x	x	x	x		x	
	Suporte para dispositivos móveis	x		x	x		x		x	
3D	Desenho 3D	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Coordenação	x		x	x	x	x		x	x
	Laser Scanning								x	
	Animação 3D									x
4D	Cronograma	x		x	x	x	x		x	x
	Instalações detalhadas	x		x	x	x	x	x	x	x
	Simulação de fases do projeto	x		x			x			x
5D	Quantidades de materiais	x		x	x				x	x
	Orçamentação	x		x	x	x		x	x	x
	Controlo económico	x		x	x	x	x	x	x	x
6D	Análise energética	x			x		x			x
	Avaliação do impacto ambiental	x			x					x
	Certificação LEED	x			x					x
7D	Controlo de garantias	x			x				x	x
	Planos de manutenção	x		x	x	x			x	x
	Manutenção preventiva	x	x	x	x	x		x	x	x
	Gestão de ativos									
	Gestão de inquilinos									
	Gestão de trabalhos									
	Recurso humanos									
	Informação de fabricante e fornecedores	x			x	x	x		x	x

A tabela resumo das características dos softwares foi realizada através da informação recolhida durante o tempo do estágio através de pesquisa e visualização de demonstrações dos softwares indicados. Pode-se verificar que existe falhas de informação, devido à pouca divulgação por parte dos fornecedores dos softwares. Os valores de investimento dos softwares referidos foram obtidos para um exemplo de uma empresa de pequena dimensão, aproximadamente dez colaboradores e com alguns trabalhos durante o ano.

3.7 COBIE

3.7.1 Metodologia

Construction Operations Building Information Exchange (COBie) é uma forma de gerir a informação do modelo BIM em folhas de cálculo, essencial para apoiar a gestão das instalações do proprietário, operações e manutenção, reduzindo ou eliminando os custos da documentação entregue na fase de construção e melhorando a qualidade da informação para que possa ser utilizada pelo gestor operacional das instalações.

Uma vez que não existe uma integração direta entre o BIM e o sistema gestão de instalações, devem ser utilizados os padrões de troca de dados COBie. Trata-se de um formato de dados com informação estruturada e com campos de dados mínimos a fornecer para FM.

Para gerar essa informação, o construtor deve recriar uma quantidade significativa de informações que foi originalmente criado por projetistas, arquitetos e fabricantes. Nos projetos estão incluídos dados como o layout do espaço, lista do sistema, tipos de equipamentos e a localização do equipamento, enquanto o fornecedor fornece dados como marca de equipamento, modelo, número de série, garantia e informação de peças de reposição.

Após o armazenamento da informação, o COBie identifica o conteúdo das informações que devem ser capturados e trocados em cada fase do projeto, reduzindo o desperdício associado à documentação em papel atual. COBie é normalmente entregue como uma folha de cálculo, poderia ser ainda utilizado como arquivo XML, mas os arquivos XML exigem software para torná-los legíveis.

Ao contrário dos dados IFC, o COBie é apenas informação em texto e números, não inclui informações geométricas. Pode conter os tamanhos de componentes e coordenadas, mas não há informação suficiente para recriar os componentes em software 3D como com dados IFC.

Então, COBie não se destina a trocar todas as informações sobre um edifício, como sistemas de fluxo, sistemas de ar condicionado ou condutas de água. A abordagem adotada é ter outros formatos de troca de informações para o fazer, para não haver sobreposição de informação. Como por exemplo:

- HVACie – Informação de Aquecimento e arrefecimento sistemas de ar condicionado
- WSie – Troca de informação de sistema de água
- Sparkie - Troca de informações de sistema elétrico

3.8 CASOS DE ESTUDO DESENVOLVIDOS

Sempre que seja necessário iniciar a aplicação da metodologia, é necessário fazer uma avaliação prévia para recolher a informação existente, definir requisitos importantes e escolher qual o software a utilizar, tanto para a modelação tridimensional da obra como para integrar a gestão de instalações.

Como existem atualmente vários exemplos de construções onde o BIM foi aplicado, juntamente com a gestão de instalações. Para haver uma melhor noção dos casos existentes e do software utilizado antes de iniciar o caso prático em estudo, serão apresentados alguns desses exemplos.

Caso 1 - MathWorks, Inc



Figura 3.10 – Imagens do edifício da MathWorks (TEICHOLZ)

O primeiro caso de estudo referido é localizado em 1 Apple Hill Dr, Natick, MA 01760 nos Estados Unidos.

É uma corporação privada onde a utilização do BIM com FM foi aplicada a um edifício novo com 28.000 m² num campus já existente.

O projeto foi constituído por três fases: Projeto, Construção e Planeamento.

Os softwares utilizados neste caso de estudo foram, numa fase inicial o AutoCAD, a modelação foi feita em Revit, foi necessária a utilização do Navisworks e a manutenção foi realizada através do FM:Interact.

Caso 4 - Xavier University

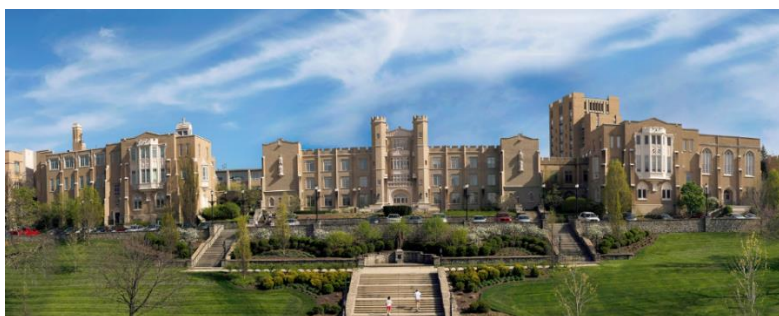


Figura 3.11 – Xavier University (TEICHOLZ)

Este caso de estudo é localizado em 3800 Victory Pkwy, Cincinnati, OH 45207 nos Estados Unidos.

O projeto foi dividido em três fases: Projeto, Construção e Faturação.

A construção realizada é numa Universidade privada, fundada em 1831 com 70 edifícios com mais de 7 mil alunos. O projeto iniciado em 2009, com o custo de 117 milhões de dolares (105 milhões de euros), teve como objetivo a construção de quatro novos edifícios, onde o BIM, após a modelação realizada em

Revit, foi utilizado para facilitar a conceção e construção dos novos edifícios com a utilização do FM:Interact.

Caso 5 - University of Chicago



Figura 3.12 – University of Chicago (TEICHOLZ)

Este ultimo caso, encontra-se localizado em 5801 S Ellis Ave, Chicago, IL 60637 nos Estados Unidos.

A construção realizada é uma renovação e modernização dos banheiros e AVAC de uma construção de 1400 m² realizada em 1949, numa Universidade privada.

Fases do projeto: Projeto, Construção e Faturação.

Devido à falta de informação da obra realizada em 1949, foi necessário a realização de uma Point Cloud (nuvem de pontos) através de Laser Scan, para recolher a informação existente no edifício. Estes novos processos obrigam a existência de comunicação entre especialidades e membros de equipa com bastantes conhecimentos. Além do software mais habitual como o AutoCad e Revit, foi ainda necessário o Archibus e Maximo para a manutenção do edifício.

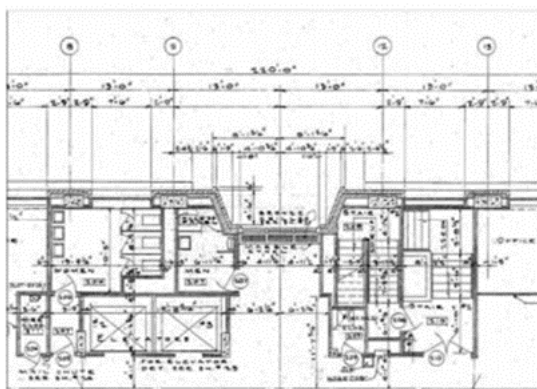


Figura 3.13 – Desenho feito à mão em 1947
(TEICHOLZ)

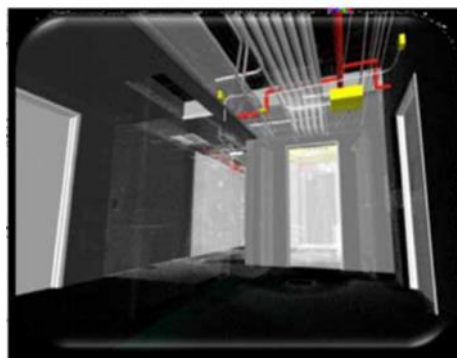


Figura 3.14 – Laser Scan (TEICHOLZ)

3.9 STANDARDS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM-FM

A Normalização é uma ferramenta fundamental que realiza a elaboração das normas no sentido de estabelecer soluções para assuntos com carácter repetitivo, por consenso das partes interessadas.

Uma norma técnica é um documento, normalmente produzido por entidades nomeadas para esse efeito, que estabelece regras de um produto, processo ou serviço. Estas normas não são de carácter obrigatório, a não ser quando referidas por uma norma jurídica.

Segundo o IPQ “A Normalização propicia a redução de custos para fornecedores e clientes, aumenta a transparência do mercado, ajudando a criar novos negócios e mantendo os existentes, pois são um meio de garantir aos clientes que os produtos/serviços detêm o adequado grau de qualidade, segurança e respeito pelo ambiente.”

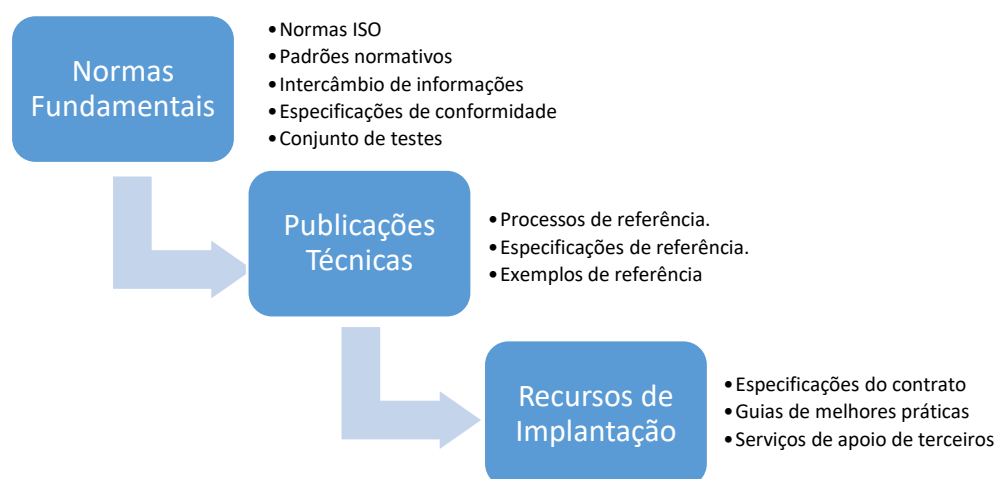


Figura 3.15 – Hierarquia da normalização (autora)

3.9.1 Normalização

Atualmente, em Portugal são organizadas várias iniciativas de divulgação e de implementação do BIM, incluindo a Comissão Técnica de Normalização CT197-BIM, que representa o CEN/TC 442 em Portugal, e o EU BIM Task Group. A Comissão Técnica CEN/TC 442 propõe a criação de normas, especificações e relatórios que definem, implementam e monitorizam o BIM, gerindo toda a informação que lhe é inerente.

A CT197 está dividida em quatro Subcomissões, coordenadas por organizações com competências na área do BIM (como o IST, LNEC e ndBIM): Plano de Ação e Maturidade (Subcomissão 1), Trocas e Requisitos de Informação (Subcomissão 2), Metodologias BIM (Subcomissão 3) e Bibliotecas e Objetos BIM (Subcomissão 4).

O CEN/TC 442 tem como principais objetivos harmonizar as iniciativas europeias no que toca à normalização do BIM, potenciar uma construção mais sustentável assim como um trabalho colaborativo devidamente estruturado, contribuir para a inovação tecnológica da construção e definir a implementação do BIM a nível europeu.

No Reino Unido, a NBIMS, com a direção da buildingSMART alliance (bSa), uma secção da buildingSMART, desenvolve normas para guia de intercâmbio de informações de construção, com o objetivo de criar um conjunto de modelos de produto que pode ser usado por projetistas, construtores, proprietários e operadores.

A buildingSMART Alliance é responsável também pela adoção do formato IFC para troca de dados BIM, que é um formato de dados destinado a facilitar a transferência e integridade da informação entre os modelos de construção e sistemas de informação, durante o ciclo de vida do edifício.

3.10 QUESTÕES LEGAIS DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM-FM

Uma vez que a intenção é desenvolver o processo de trabalho BIM em Portugal, é importante ter em atenção as questões legais que daí advêm com o objetivo de garantir à indústria a colaboração sem a preocupação de consequências legais adversas.

Modelo de Gestão:

Existe a contribuição de várias partes para construir um único modelo tridimensional levando à necessidade de gestão do modelo em causa. Para isso, seria necessário um gestor modelo para controlar o acesso ao modelo por todas as partes, segurança, transmissão, arquivo, etc. O problema em questão é saber quem nomeia o gestor modelo, como realizar a substituição do gestor se for necessário e quem suporta os custos, se houver, resultantes desse papel.

Os poderes e responsabilidades do gestor do modelo devem ser estabelecidos no protocolo de forma clara e bem definida, assim como os papéis de outras partes intervenientes no processo BIM. Para evitar conflitos, é recomendável que o papel do gestor modelo seja definido para dar exclusiva responsabilidade e poder para emitir instruções relacionadas com o BIM.

Contratos:

Devido às alterações que a adoção completa do BIM vai trazer, a criação de uma nova forma de contratos seria o indicado para cobrir as todas as relações interpessoais afetadas pelo mesmo. Em vez disso, seria também possível a criação de um protocolo de BIM com o conjunto de alterações ao contrato principal realizado, para o adequar ao BIM. Isso iria permitir manter os contratos a que já estão acostumados, mas

poderia também causar conflitos entre o protocolo BIM e as cláusulas do contrato principal. Por isso, seria necessário decidir qual a prioridade do protocolo BIM em relação aos outros documentos do contrato.

Propriedade intelectual:

Para evitar a violação dos direitos de propriedade intelectual, o protocolo BIM deve garantir que todos obtêm os direitos de propriedade intelectual sobre as contribuições que fazem e fornecem indenizações a todas as partes para utilizar as suas contribuições.

A empresa deve obter uma sublicença onde é necessário cobrir todos os membros da equipa do projeto BIM para permitir o acesso e utilização de cada contribuição no projeto.

O problema surge quando duas partes trabalham para uma mesma contribuição.

A solução passa por atribuir a responsabilidade a um autor do elemento do modelo, identificado no contrato, que passa a ser o responsável pelo conteúdo e nível de pormenor no elemento do modelo, com o direito de aceitar ou rejeitar qualquer edição efetuada, passado para quem contribui os direitos de propriedade assim como com a responsabilidade dos seus erros.

Contudo, os benefícios da utilização do BIM são superiores aos riscos da sua utilização. As questões legais acima referidas podem facilmente solucionadas e essas soluções adaptadas aos diversos contratos do mercado, minimizando riscos e garantindo projetos em BIM bem sucedidos.

4 CASO DE ESTUDO

4.1 DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO

Será abordada a aplicação da metodologia BIM-FM ao projeto de uma empresa de produção e comercialização de queijo localizada em Vila Nova de Famalicão. O edifício consiste num armazém, foi construído em 2009, com 3 pisos e uma área de implantação de 1778 m².



Figura 4.1 – Imagem do armazém da empresa e seu logotipo (autora)

Para aplicar a metodologia é necessário a recolha de informação, a modelação do edifício e a interação entre o modelo e o software de gestão.

Devido à quantidade de informação e à tecnologia complexa, é importante ter em consideração o tamanho do ficheiro do modelo uma vez que pode provocar problemas ao normal funcionamento do software.

Para iniciar o trabalho, é necessário ter os projetos do edifício realizados em 2009 em AutoCAD e guardados em ficheiros com a extensão dwg., contendo nestes ficheiros a informação relativa às várias especialidades: Arquitetura, Estrutura, Abastecimento de águas, Águas pluviais, Águas residuais, Térmica, Segurança contra incêndios, Eletricidade e AVAC.

A modelação é realizada com recurso ao software Autodesk Revit 2016 e posteriormente utilizada toda a informação para manutenção do edifício com o auxílio do COBie.

4.2 RECOLHA DE INFORMAÇÃO

A informação recolhida em ficheiros dwg relativos à construção é utilizada na modelação do edifício.

Dado que a estrutura do edifício não carece de um programa de manutenção frequente, o projeto de estruturas não foi essencial para este trabalho, . Acresce que existiu o receio de tornar o ficheiro de trabalho de modelação sobrecarregado com informação pouco útil para o caso em estudo, daí resultou a opção de não tratar a informação associada à especialidade de estruturas do edifício.

Quanto à informação relativa aos equipamentos, além de alguma da informação estar referida nos ficheiros do AutoCAD, foi necessário completá-la com a ajuda da empresa. A informação solicitada à empresa foi a seguinte:

- Equipamentos:
 - Nome
 - Modelo
 - Fabricante
 - Número de série
 - Período de garantia
 - Data de início de garantia
 - Contacto do suporte técnico (nome, telefone e e-mail)
- Plano de Manutenção:
 - Frequência da manutenção
 - Contacto (nome, telefone e e-mail)

4.3 MODELAÇÃO EM REVIT

Para realizar a modelação, existem vários softwares disponíveis no mercado, tais como Revit e Navisworks da Autodesk, Architecture, Structural Modeler, Building Mechanical Systems, Building Electrical Systems e Facilities da Bentley, Structures da Tekla, Archicad, MEP Modeler e EcoDesigner da Graphisoft e Constructor, Estimator, Control, Cost Manager e 5D Presenter da VICO Software.

Neste caso, como a empresa possui licença da utilização do Autodesk Revit 2016 em inglês, foi este o software utilizado, sendo uma versão bastante completa, com comandos específicos para cada especialidade - Architecture, Structure, Systems (AVAC, Mecânico, elétrico e hidráulico).

O primeiro passo para iniciar a construção do modelo implica criar os níveis correspondentes aos pisos, incluindo piso térreo ou soleira e cobertura, e na vista de “Elevations” ir a *Architecture > Datum > Level* desenhar os níveis necessários com as cotas pretendidas.

Depois, podemos iniciar a construção do modelo com base nos ficheiros dwg, que podem ser inseridos no software através de *Insert > Import CAD*, onde selecionamos o ficheiro dwg e dando a opção de escolher as unidades e o tipo de posição pretendido, podendo ser:

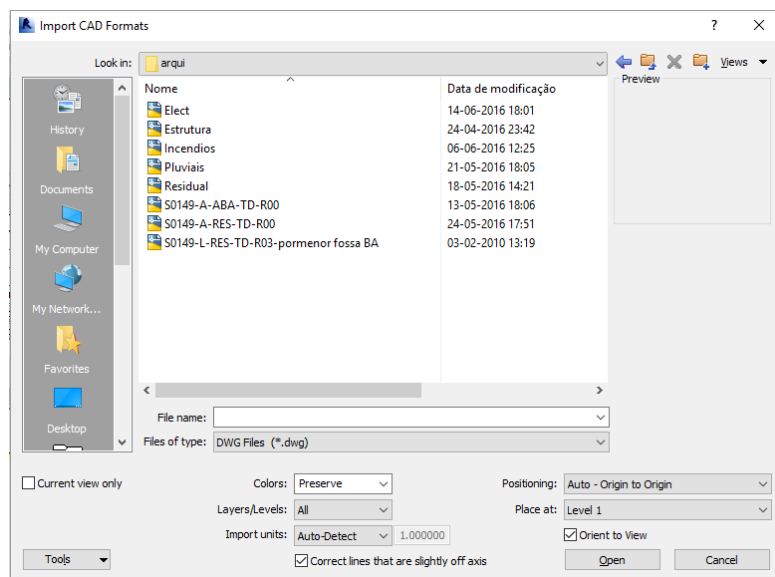


Figura 4.2 – Importar ficheiro CAD (autora)

Auto - Center to center: Coloca o centro da importação no centro do modelo Revit.

Auto - Origin to origin: Coloca a origem do ficheiro importado na origem do modelo Revit.

Manual - Origin: A origem do ficheiro importado é centrado no cursor.

Manual - Base point: O ponto de base do ficheiro importado é centrado no cursor.

Manual - Center: Define o cursor como o centro do ficheiro importado.

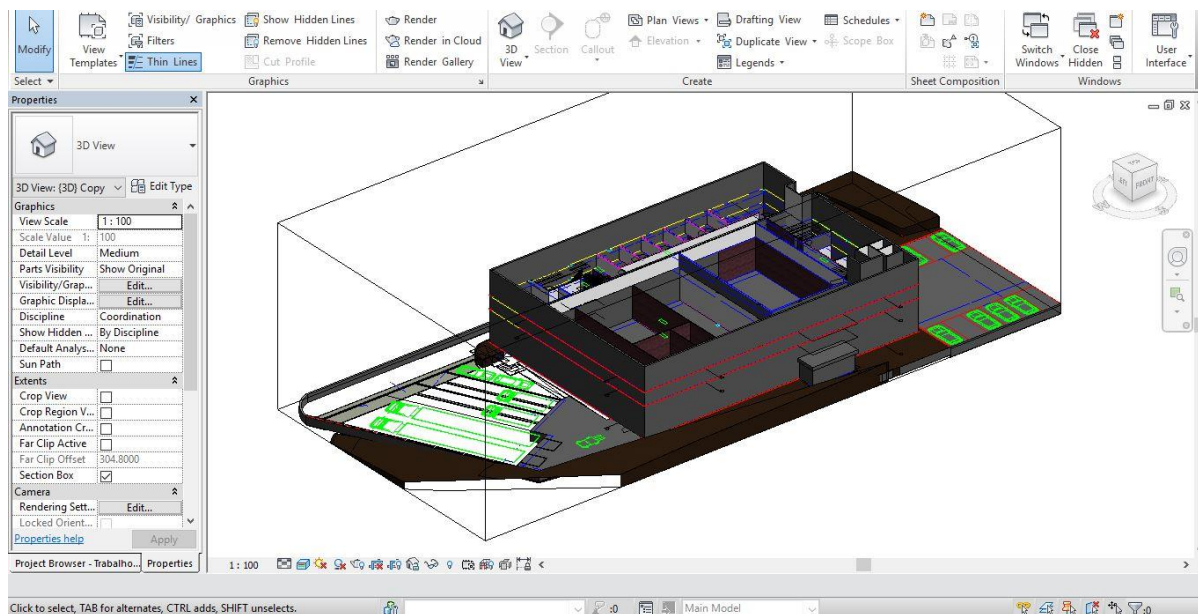


Figura 4.3 – Modelação com base nos ficheiros dwg (autora)

Durante a construção do modelo é necessária a utilização de famílias, o que é um trabalho que demora bastante a ser realizado, uma vez que a empresa não tem uma base de dados disponível para utilização, e por isso, embora existam alguns sites na internet que fornecem algumas gratuitamente que podem ser editadas, é necessário saber criar famílias no software.

Para isso basta ir ao símbolo do Revit > New > Family e escolher o tipo de template mais adequado. Por exemplo, para criar um elemento de fixação de hidráulica podemos utilizar Metric Plumbing Fixture.

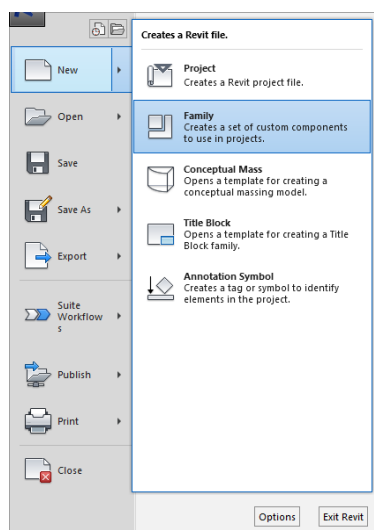


Figura 4.4 – Criar nova família (autora)

Em seguida é apresentado um exemplo de criação de uma tomada, com base em medidas encontradas na internet uma vez que nos ficheiros disponíveis não se encontrava a informação necessária sobre este equipamento elétrico.


	<p>Medidas retiradas de um catálogo:</p> <p>Largura: 5 cm</p> <p>Altura: 5 cm</p> <p>Profundidade: 1,8 cm</p> <p>Tamanho dos furos: 4,8 mm</p>
---	--

Figura 4.5 – Informação da família (autora)

Inicialmente é criada uma extrusão deste género:

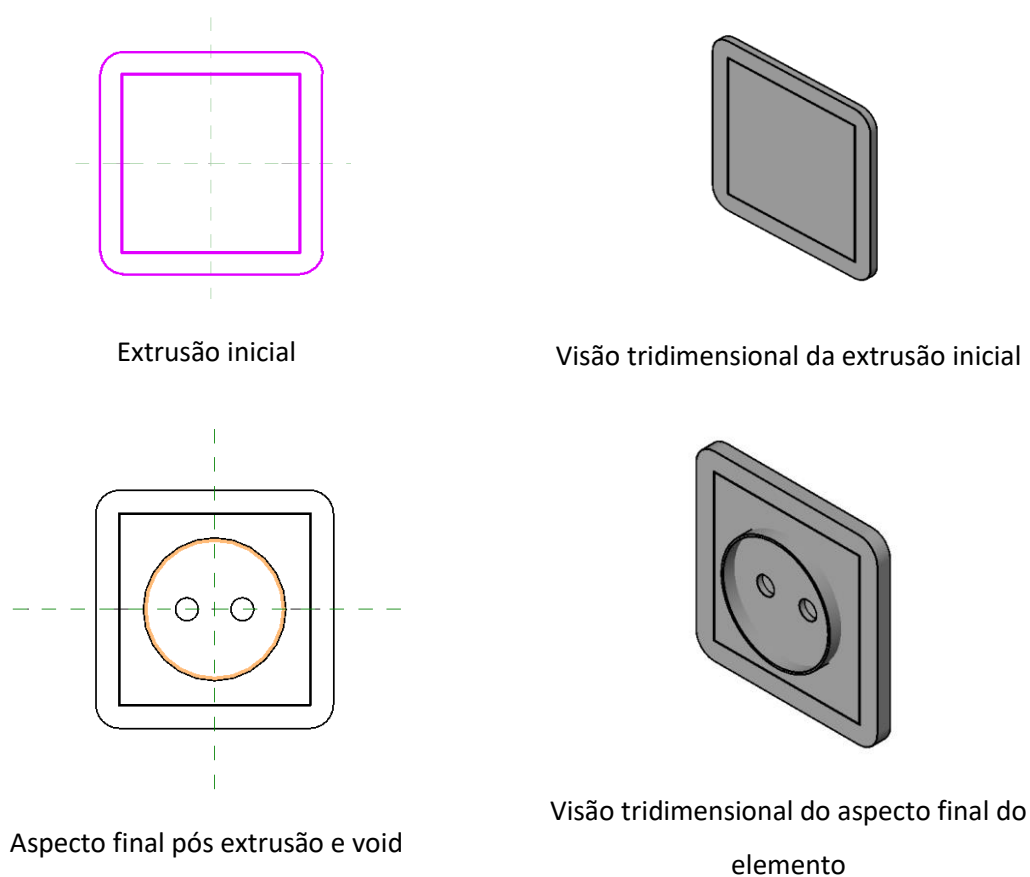


Figura 4.6 – Criação de uma família (autora)

Através da inserção de parâmetros é possível definir dimensões da família, indo a Manage > Shared Parameters e adicionar a Largura com os valores corretos. É ainda possível escolher os materiais dos vários elementos da família, selecionando um elemento e em Properties > Material escolher o material adequado, neste caso plástico branco. A família fica então com a seguinte aparência:

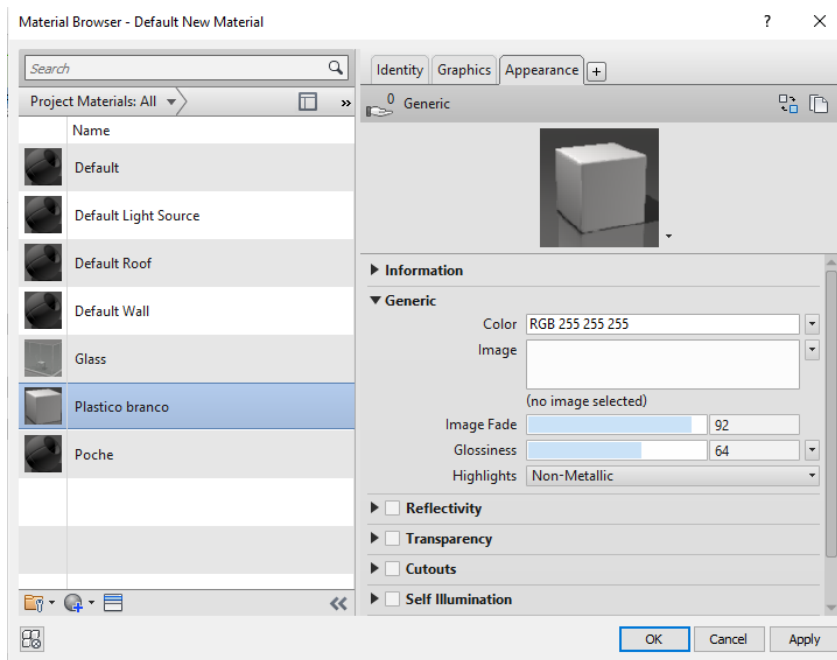


Figura 4.7 – Introdução de materiais (autora)

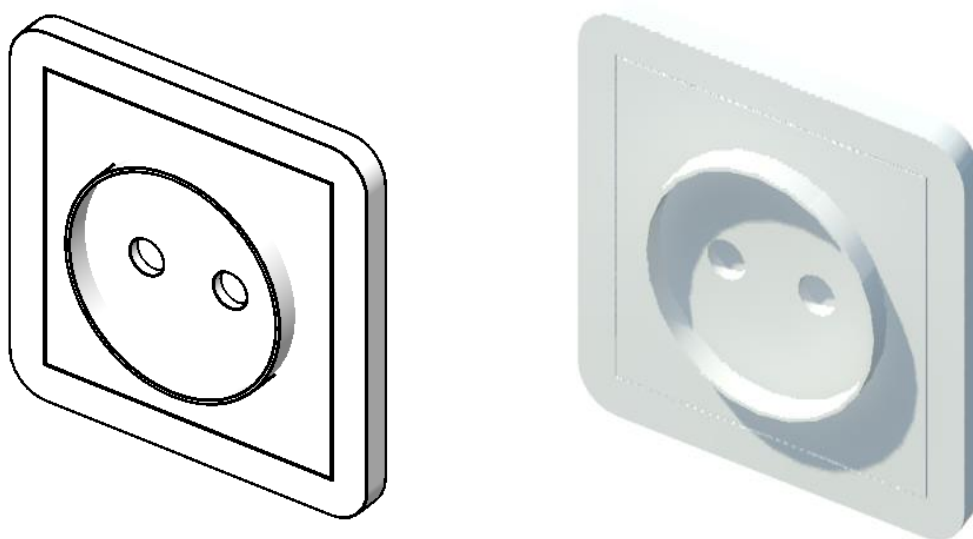


Figura 4.8 – Aspecto final da família criada modelo vs renderização (autora)

Os objetos inseridos no projeto estão divididos da seguinte forma:

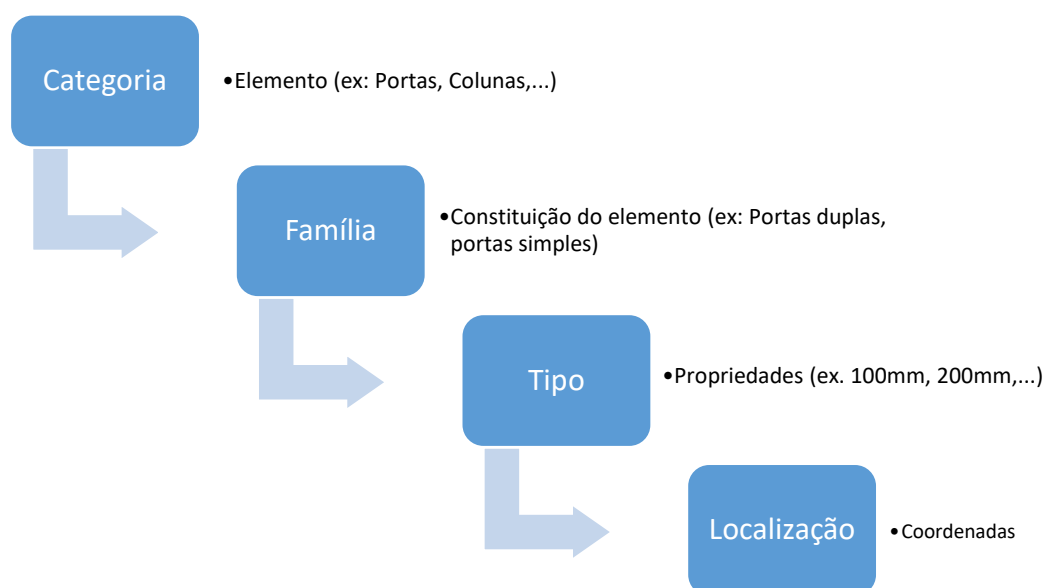


Figura 4.9 – Divisão de objetos (autora)

No Anexo 2 estão referidas algumas famílias que foram criadas ao longo da modelação realizada, sendo algumas baseadas em imagens e dimensões encontradas em catálogos, e outras apenas baseadas na informação existente nos ficheiros recolhidos.

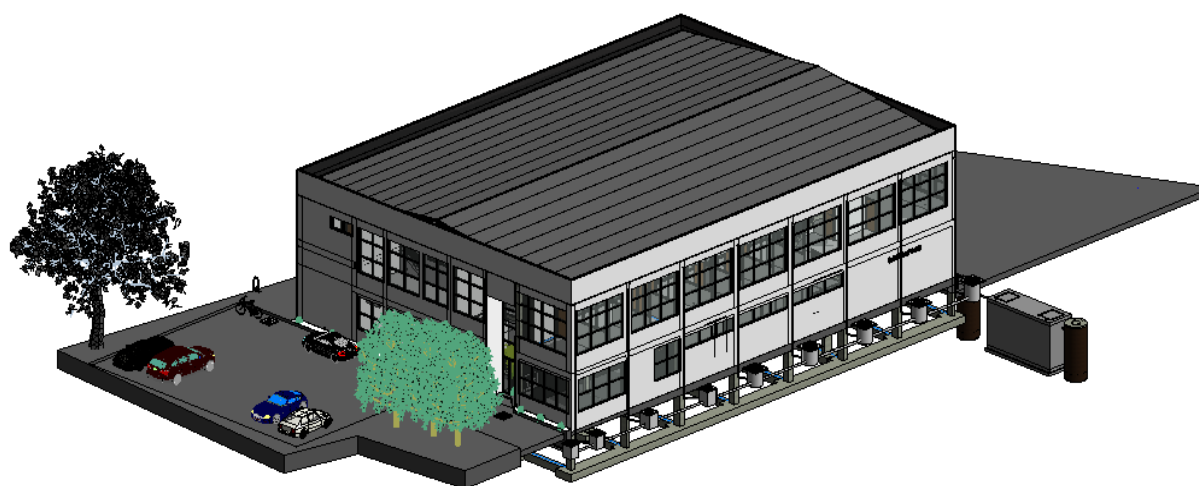


Figura 4.10 – Modelação das várias especialidades (autora)

Projeto de Arquitetura

A primeira especialidade a ser desenvolvida no modelo foi a arquitetura, uma vez que é a mais complexa de realizar. Os projetos de arquitetura, assim como os das outras especialidades, que serviram como base à modelação encontram-se no Anexo 1.

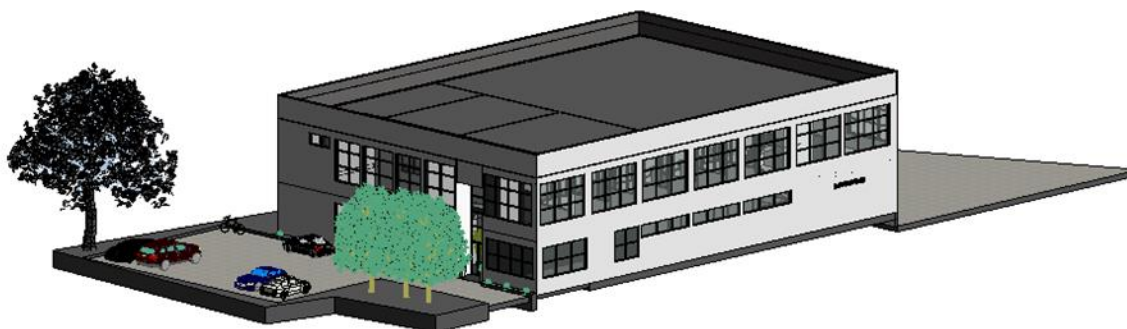


Figura 4.11 – Modelo de arquitetura (autora)

Projeto de Estruturas

Após o modelo de arquitetura, a especialidade modelada foi a estrutura. A nível estrutural, uma vez que as armaduras existentes, além de aumentar bastante o tamanho do ficheiro *rvt*, não são importantes para a realização da gestão por não haver manutenção das mesmas, não foi necessário realizar a modelação das armaduras. O modelo estrutural obtido foi o apresentado na imagem seguinte e o projeto estrutural encontra-se no Anexo 1.

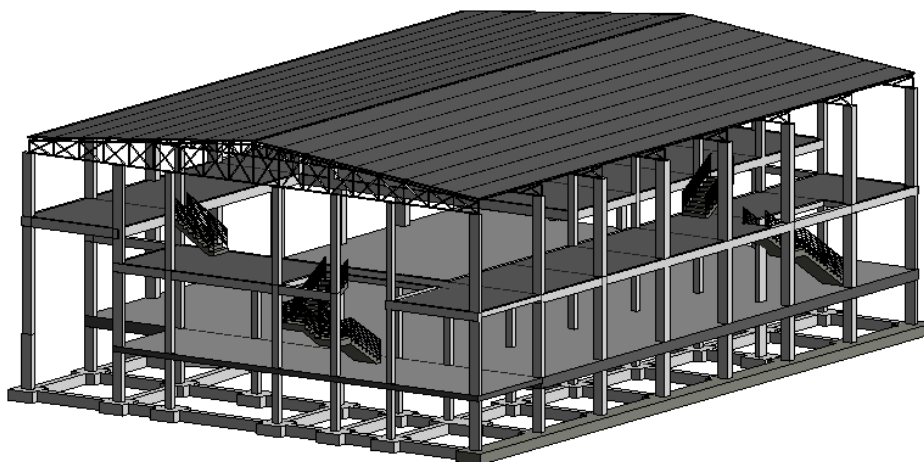


Figura 4.12 – Modelo estrutural (autora)

Projeto de hidráulica

O modelo de hidráulica pode ser visto na imagem seguinte e o seu projeto pode ser visto no Anexo 1. Este modelo inclui, como se pode verificar, as redes de abastecimento, redes residuais e pluviais.

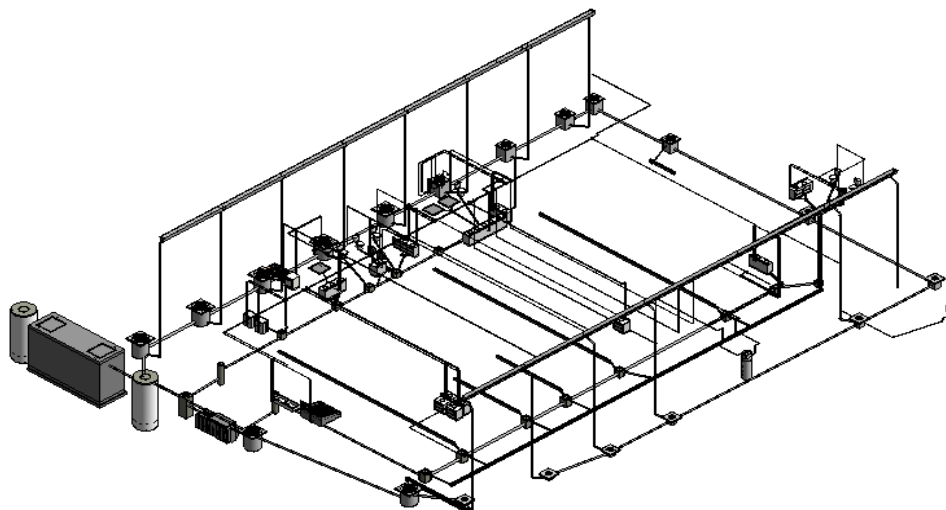


Figura 4.13 – Modelo das redes (autora)

Projeto de eletricidade

No modelo de eletricidade os cabos não foram modelados, uma vez que passam dentro das paredes e tetos e, por esse motivo, não exigem manutenção frequente. No entanto todo o equipamento necessário foi modelado conforme o projeto, que se encontra no Anexo 1, e está apresentado na imagem que se segue.

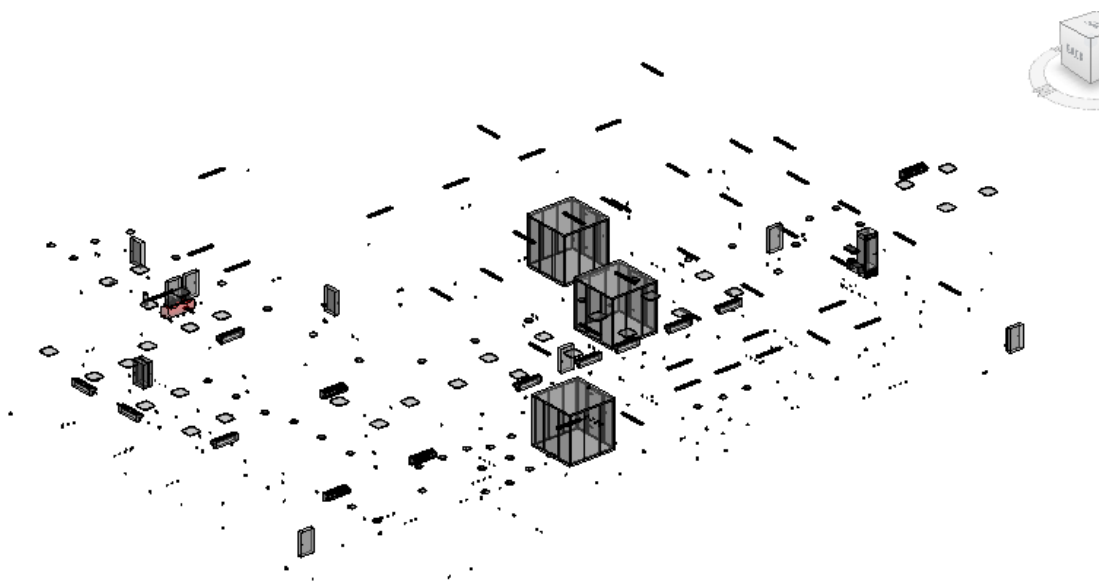


Figura 4.14 – Modelo do projeto de eletricidade (autora)

Projeto de segurança contra incêndios

O projeto de segurança contra incêndios foi também incluído no modelo do projeto, tendo em conta que esta especialidade está constituída por equipamentos que exigem manutenção. Em conformidade com o projeto incluído no Anexo 1, após a modelação foi obtido o modelo apresentado na imagem que se segue.

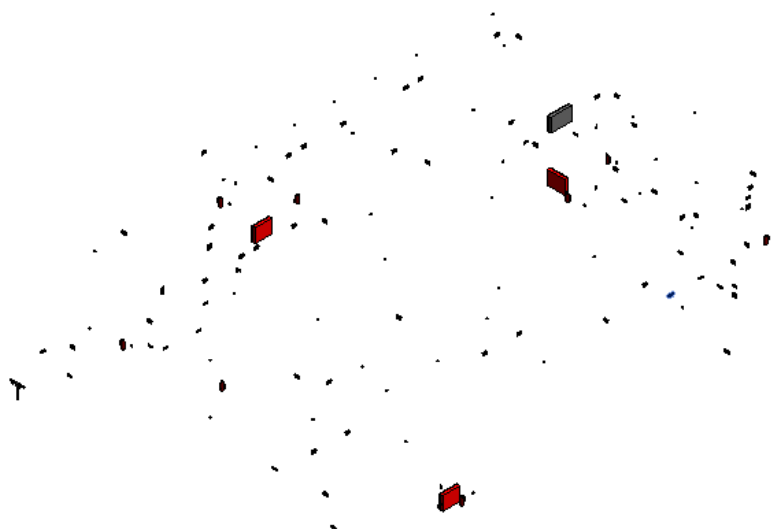


Figura 4.15 – Modelo de segurança contra incêndios (autora)

Com a junção das várias especialidades, o modelo fica com o seguinte aspeto:



Figura 4.16 – Modelo com todas as especialidades (autora)

Divisão de Espaços

Uma vez que os espaços se encontravam já definidos nos ficheiros recebidos, com a utilização do comando Rooms, as plantas foram divididas em espaços como: Casas de banho, Gabinetes, Zonas de circulação, Zona de trabalho e Zona de descanso, de forma a atribuir as mesmas características a espaços do mesmo tipo.

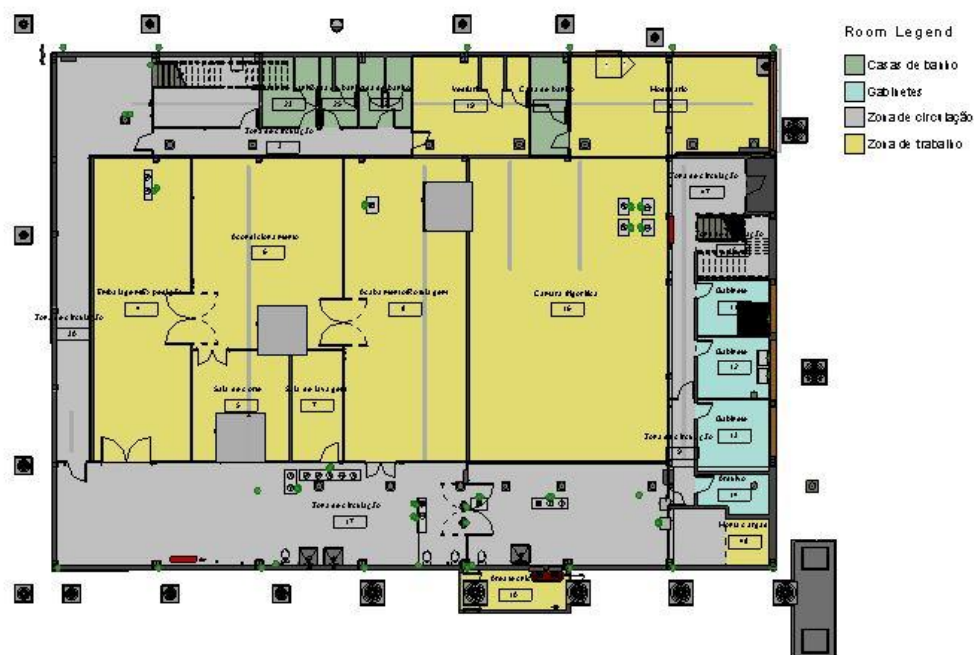


Figura 4.17 – Rooms do R/C (autora)



Figura 4.18 – Rooms do piso intermédio (autora)



Figura 4.19 – Rooms do ultimo piso (autora)

Para ter uma melhor noção dos espaços desenvolvidos no modelo e respetivas dimensões, é possível criar uma tabela resumo de “Rooms” através do Revit. Depois de decidir quais as colunas mais adequadas (Nome, Área, Volume, ou outras), a tabela é criada automaticamente.

Tabela 4.1 – Tabela resumo dos Rooms existentes no edifício (autora)

Rooms					Rooms				
Area	Name	Number	Volume	Level	Area	Name	Number	Volume	Level
9 m ²	Sanitário	1	28.11 m ³	Soleira	25 m ²	Copa	27	98.18 m ³	Piso inferior
16 m ²	Corredor	2	52.82 m ³	Soleira	3 m ²	Arrumos	28	4.31 m ³	Piso inferior
6 m ²	Sanitário (S)	3	19.64 m ³	Soleira	20 m ²	Corredor	29	79.39 m ³	Piso inferior
70 m ²	Embalagem/Expedição	4	279.90 m ³	Soleira	9 m ²	Escada	30	34.92 m ³	Piso inferior
25 m ²	Sala de corte	5	101.71 m ³	Soleira	5 m ²	Escada	31	18.74 m ³	Piso inferior
67 m ²	Acondicionamento	6	269.63 m ³	Soleira	21 m ²	Corredor	32	83.32 m ³	Piso inferior
13 m ²	Sala de lavagem	7	53.71 m ³	Soleira	16 m ²	Gabinete 10	34	63.66 m ³	Piso inferior
88 m ²	Acabamento/Rótulagem	8	350.75 m ³	Soleira	9 m ²	Gabinete 05	35	37.13 m ³	Piso inferior
6 m ²	Corredor	9	19.66 m ³	Soleira	9 m ²	Gabinete 09	36	37.14 m ³	Piso inferior
10 m ²	Área técnica	10	19.49 m ³	Soleira	9 m ²	Gabinete 08	37	37.08 m ³	Piso inferior
10 m ²	Gabinete 01	11	30.95 m ³	Soleira	9 m ²	Gabinete 07	38	37.14 m ³	Piso inferior
11 m ²	Gabinete 02	12	37.06 m ³	Soleira	9 m ²	Gabinete 06	39	37.14 m ³	Piso inferior
11 m ²	Gabinete 03	13	36.67 m ³	Soleira	15 m ²	Corredor	40	61.48 m ³	Piso inferior
6 m ²	Arquivo	14	20.68 m ³	Soleira	30 m ²	Sala de reuniões	41	120.15 m ³	Piso inferior
141 m ²	Câmara frigorífica	15	565.79 m ³	Soleira	6 m ²	Escada	42	24.08 m ³	Piso inferior
153 m ²	Corredor	16	610.09 m ³	Soleira	3 m ²	Corredor	43	7.61 m ³	Piso superior
46 m ²	Mostruário	17	150.74 m ³	Soleira	9 m ²	Sanitários	44	22.33 m ³	Piso superior
9 m ²	Vestiário (S)	18	22.48 m ³	Soleira	388 m ²	Espaço de reserva	45	947.25 m ³	Piso superior
62 m ²	Corredor	20	208.52 m ³	Soleira	12 m ²	Gabinete 04	46	49.86 m ³	Piso inferior
7 m ²	Escada	21	26.02 m ³	Soleira	73 m ²	Espaço de reserva	47	177.00 m ³	Piso superior
8 m ²	Sanitário (H)	22	26.72 m ³	Soleira	70 m ²	Espaço de reserva	48	169.89 m ³	Piso superior
26 m ²	Vestiário (H)	23	84.57 m ³	Soleira	53 m ²	Corredor	49	129.53 m ³	Piso superior
22 m ²	Corredor	24	79.89 m ³	Soleira					
5 m ²	Monta cargas	25	18.77 m ³	Soleira	Grand total: 46			5391.70 m ³	

Uma vez que mais tarde será necessário utilizar o COBie, é também importante definir os Spaces (espaços) e Zones (zonas). Sendo os espaços os compartimentos do edifício e as zonas o conjunto de espaços agrupados pelo tipo de espaço.

Depois dos espaços serem criados através de Analyze > Spaces & Zones > Space, estes espaços podem ser atribuídos a zonas criadas, usando a barra de ferramentas do Revit ou através do add-in do COBie.

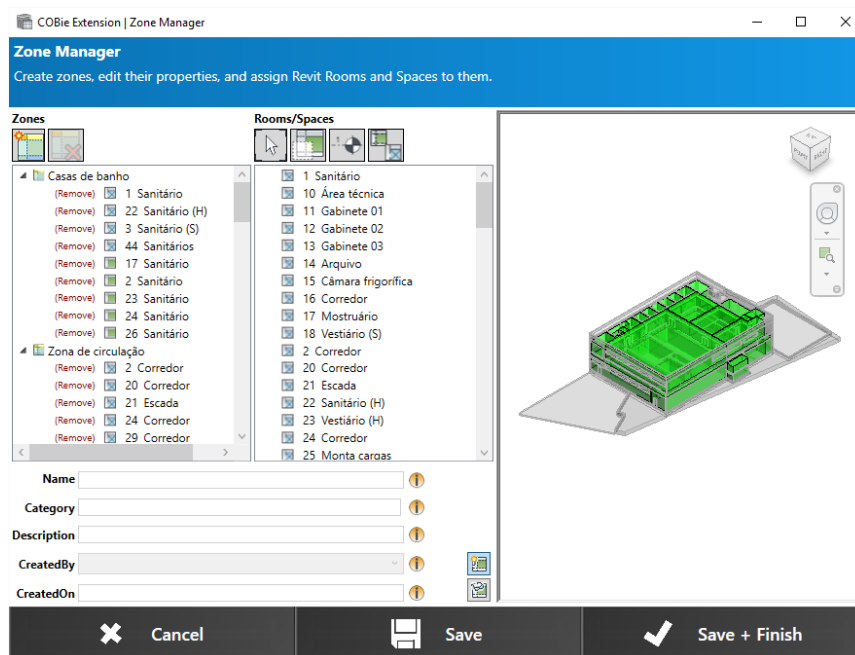


Figura 4.20 – Divisão de Zonas (autora)

4.4 COMPARAÇÃO DO MODELO 3D COM O REAL

Nesta fase o modelo tridimensional já se encontra bastante completo, com vários tipos de elementos de diferentes famílias (portas, janelas, quadros elétricos, equipamentos de AVAC, etc), formando assim uma extensa lista de ativos relevantes para a manutenção.

É necessário verificar se existem incompatibilidades entre especialidades, que não foram detetadas anteriormente.

Durante a visita ao Armazém foi utilizada a aplicação Android gratuita A360, para ir localizando o local das fotografias recolhidas e ir fazendo anotações.

Em seguida estão apresentadas algumas imagens do modelo desenvolvido ao longo do estágio.



Figura 4.21 – Fotografia e imagem do modelo da escada (autora)



Figura 4.22 – Fotografia e imagem do modelo da entrada (autora)



Figura 4.23 – Fotografia e modelo do logotipo da empresa (autora)



Figura 4.24 – Fotografia e modelo da fachada do edifício (autora)



Figura 4.25 – Fotografia e modelo do cartaz da empresa (autora)

No momento da visita ao local notou-se que a empresa se encontrava em obras, e por isso com várias alterações que não estavam apresentadas nos projetos. Uma das incompatibilidades do projeto encontradas foi aquela que se encontra na imagem seguinte, onde paredes se intercetam com janelas. No entanto, a realidade era diferente, durante a visita deu para perceber que a parede desenhada em projeto seria uma parede de painéis de vidro, e assim sendo já não ficaria com o mesmo aspeto que o modelado.

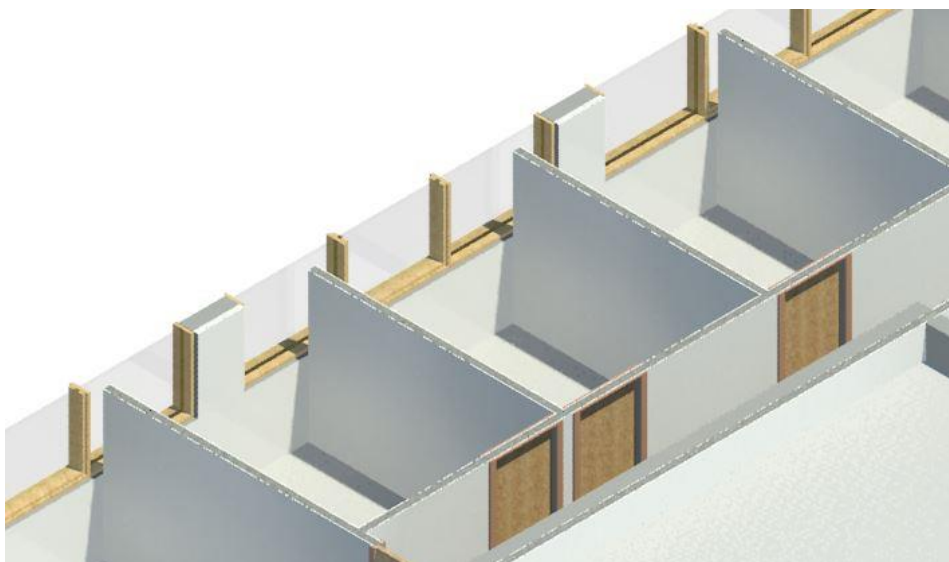


Figura 4.26 – Incompatibilidade detetada (autora)



Figura 4.27 – Fotografia da Lourofood (autora)

4.5 COBIE TOOLKIT NO REVIT

É possível obter o COBie através da instalação do mesmo gratuitamente, a partir do site da Autodesk, no link referido na figura seguinte. Durante a instalação, é também possível escolher a versão que se pretende.

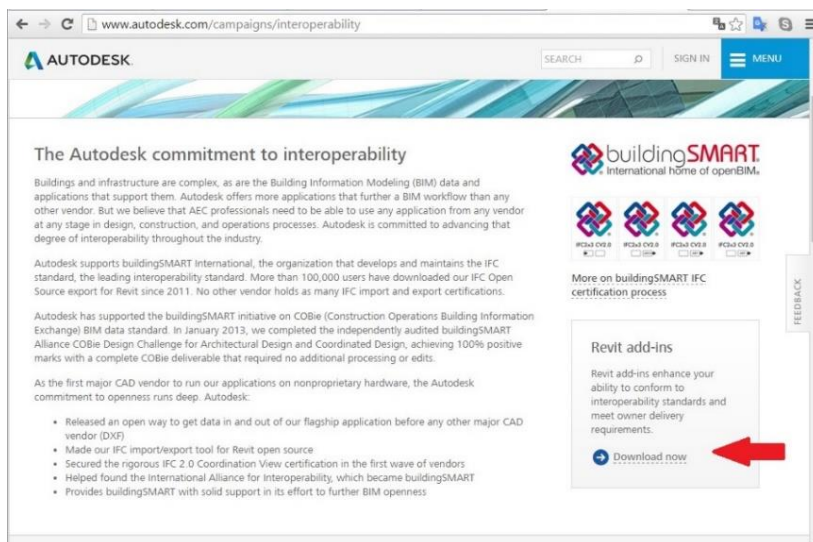


Figura 4.28 – Instalar COBie (autora)

Após a instalação estar concluída, o aspecto do add in do COBie no Revit é o que se pode ver na imagem seguinte.

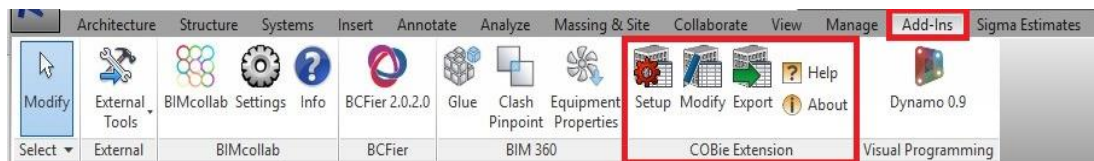


Figura 4.29 – Add-in COBie (autora)

4.5.1 Organização das Folhas de cálculo

Para facilitar a leitura e a inserção de dados nas folhas extraídas, toda a informação retirada do modelo tridimensional está dividida nas diferentes folhas de cálculo e dividida em diferentes cores conforme o tipo de informação a que se refere.

Tabela 4.2 – Folhas do COBie (autora)

Folha	Descrição
Contact	Lista de pessoas referenciadas durante o projeto
Facility	Descrição do edifício
Floor	Divisão do edifício por pisos
Space	Informação relativa à divisão de espaços
Zone	Informação relativa a conjuntos de espaços baseado nas suas características
Type	Informação sobre os ativos que são geridos no edifício
Component	Informação específica de casa equipamento que é gerido
System	Utilizada para criar grupos de equipamentos com o mesmo tipo de serviço
Assembly	Utilizada para inserir informação de componentes que exigem diferentes planos de manutenção por serem constituídos por vários componentes
Spare	Informação de peças de substituição
Resource	Folha para identificar materiais, equipamentos e ferramentas a utilizar nas atividades de manutenção
Job	Identificar diferentes tipos de trabalhos ou tarefas necessários para a manutenção do edifício
Document	Utilizada para anexar documentos
Attribute	Utilizada para capturar propriedades de qualquer folha
Coordinate	Informação de coordenadas e geometria de elementos
Issue	Informação relativa a descrição de questões e decisões tomadas
PickListc	Contém valores utilizados no ficheiro quando é produzido manualmente

Tabela 4.3 – Legenda das cores utilizadas no COBie (autora)

	Informação requerida que deve ser inserida
	Informação de referência a outra folha
	Informação de referência externa
	Informação inserida se estiver identificada como necessária
	Informação secundária para a introdução de dados
	Informação regional, do proprietário ou dados específicos do produto
	Informação não utilizada

4.6 PREENCHER DADOS GERAIS (SETUP)

No menu Setup existem dois comandos, um deles é “Contact” para realizar a gestão dos contactos referentes ao responsável pelo projeto que aparecerá na folha “Contact” do COBie.



Figura 4.30 – Selecionar Setup (autora)

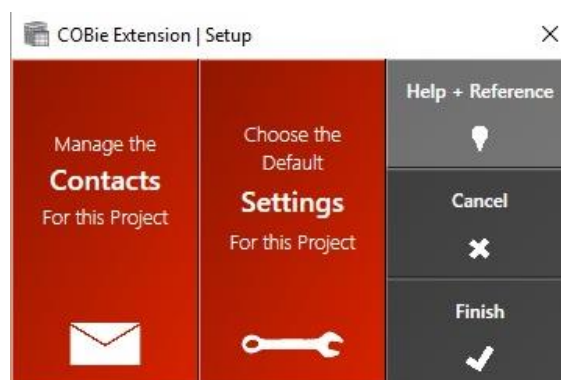


Figura 4.31 – Janela Setup (autora)

O outro comando existente em Setup é o “Settings” onde é permitido alterar as definições do COBie que já vêm por defeito, como as unidades.

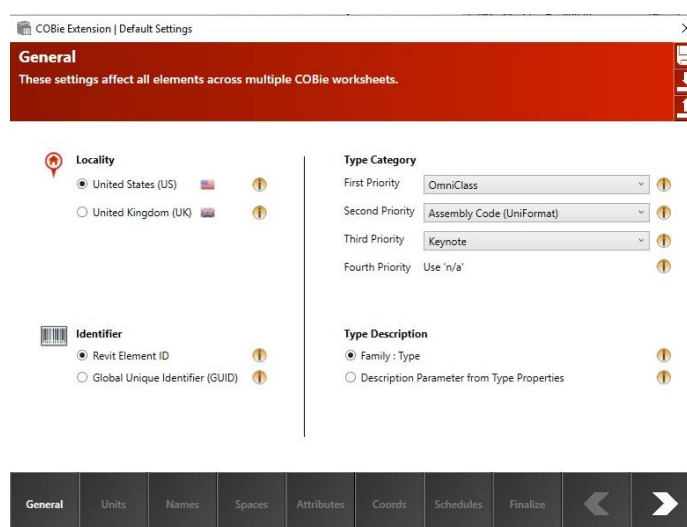


Figura 4.32 – Janela Settings (autora)

4.6.1 Preencher dados específicos do projeto (Modify)

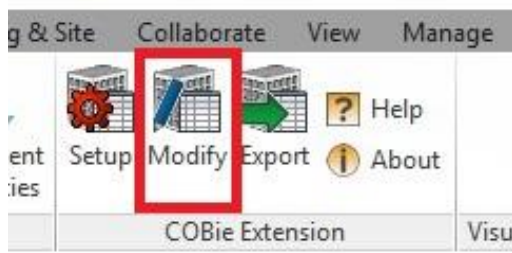


Figura 4.33 – Selecionar Modify (autora)

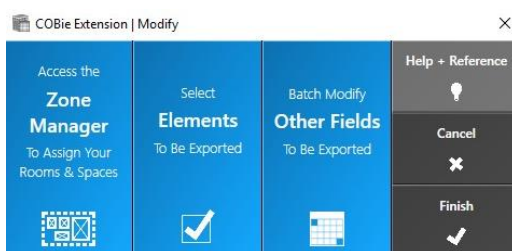


Figura 4.34 – Janela Modify (autora)

O COBie apresenta três tipos de modificação da exportação: “Zone Manager”, “Elements” e “Other Fields”. No “Zone Manager” é permitido realizar a gestão dos Rooms criados anteriormente, que foram divididos em zonas: Zona de circulação, zona de descanso, zona de trabalho e Casas de banho.

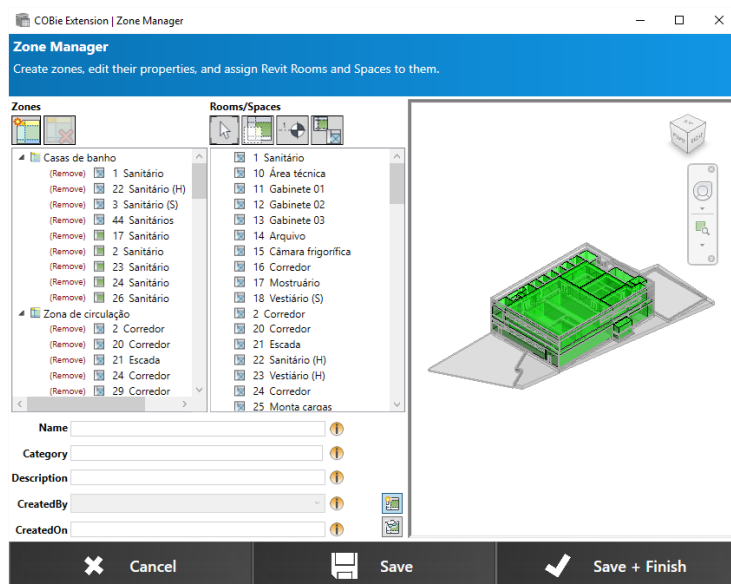


Figura 4.35 – Divisão de zonas (autora)

Em “Elements” e “Other Fields” podemos definir quais os elementos e parâmetros a incluir na exportação das folhas de cálculo COBie.

4.7 EXPORTAR PARA O EXCEL (EXPORT)



Figura 4.36 – Selecionar Export (autora)

Para exportar a informação para folhas de cálculo COBie, basta abrir “Export” e optar por criar um ficheiro novo em “Create New” ou adicionar a um já existente “Append Existing” e colocar o caminho onde o ficheiro irá ser guardado. Após pressionar a opção para exportar aparecerá uma janela com a opção de abrir o ficheiro com o seguinte aspecto:



Figura 4.37 – Abrir o ficheiro exportado (autora)

Uma das formas de melhorar a manutenção do edifício é anexando à folha “Documents”, das folhas de cálculo COBie, documentos como fichas de instalação, garantias dos elementos, planos de manutenção, entre outros. A utilização do COBie, no BIM-FM, permite ao Dono de Obra receber toda a informação necessária para gerir o edifício de forma bastante eficaz.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Title	COBie							
2	Version	2							
3	Release	4							
4	Status	FC2x3							
5	Region	en-US							
6	Purpose	This COBie spreadsheet is an example file that comes with the COBie Extension 1.0							
7	Outline	Individual worksheets are organized by project phase as shown below							
8									
9	All Phases	Sheet	Contents						
10		Contact	People and Companies						
11									
12	Early Design Worksheets	Sheet	Contents						
13		Facility	Project, Site, and Facility						
14		Floor	Vertical levels and exterior areas						
15		Space	Spaces						
16		Zone	Sets of spaces sharing a specific attribute						
17		Type	Types of equipment, products, and materials						
18									
19	Detailed Design Worksheets	Sheet	Contents						
20		Component	Individually named or schedule items						
21		System	Sets of components providing a service						
22		Assembly	Constituents for Types, Components and others						
23		Connection	Logical connections between components						
24		Impact	Economic, Environmental and Social Impacts at various stages in the life cycle						
25									
26	Construction Worksheets	Sheet	Contents						
27			NOTE: Submittals and approvals added on 'Documents' worksheet						
28			NOTE: Manufacturer and model added on 'Type' worksheet						
29			NOTE: Detail and how added on 'Component' worksheet						

Figura 4.38 – Folha de cálculo exportada (autora)

Através do modelo BIM criado anteriormente com todas as suas especialidades, foi permitido obter, com auxílio ao add-in COBie, toda a informação necessária para a manutenção do edifício. Esta informação pode ser facilmente consultada através da leitura das folhas de cálculo colocadas no Anexo 3.

5 CONCLUSÃO

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente, para a realização do estágio estava planeado a utilização do software ArchiCad para a modelação tridimensional, que acabou por ser substituído pelo Autodesk Revit. Para a gestão de instalações, após a criação das folhas de cálculo para a manutenção a partir do Revit com auxílio do add-in COBie, estava prevista a utilização do ArchiFM, para realizar a gestão da manutenção de activos e espaços.

É importante referir que antes de se desenvolver qualquer projeto no Revit, é importante definir qual a versão que irá ser utilizada, uma vez que o software não permite abrir ficheiros de versões superiores, apenas faz conversões de ficheiros com versões mais antigas, podendo criar alguns problemas de comunicação. Neste caso, ou se alguma das especialidades necessitar de utilizar outro software além do Revit, será necessário recorrer à transmissão por ficheiros IFC.

A interoperabilidade torna-se então bastante importante neste caso, obrigando a uma constante melhoria para que todos os modelos usados em qualquer programa possam partilhar informação entre si, sem falhas na transmissão da informação.

A introdução do FM no BIM, torna o modelo tridimensional num trabalho onde toda a caracterização do edifício é feita num só local, com a informação partilhada por todos os intervenientes tornando a troca de informação mais fácil.

Durante a modelação, mostrou-se necessário e indispensável existir uma biblioteca de famílias (ficheiros rfa) impedindo assim a criação de famílias repetidas realizadas por vários colaboradores dentro da própria empresa, tendo em conta que durante o estágio parte do tempo utilizado na modelação foi a desenvolver elementos bastante utilizados que a empresa já deveria ter disponível para serem utilizados pelos funcionários, para utilizar nas modelações.

Uma forma de resolver eficazmente esse problema, seria incentivar os próprios fabricantes dos elementos a disponibilizarem os ficheiros em formato rfa. Nesse caso, seria apenas necessário escolher o elemento utilizado e toda a informação do mesmo seria importada diretamente do fornecedor, o que iria diminuir bastante o tempo gasto durante a modelação dos elementos.

Para a realização da manutenção é necessário ter toda a informação de materiais e equipamentos do edifício em questão. No caso de estudo realizado, houve falhas de informação devido a obras realizadas posteriormente à informação que foi transmitida inicialmente e que foi utilizada para desenvolver o modelo em Revit, o que origina falta de informação nas folhas de cálculo COBie. Para realizar uma gestão fiável, seria necessário completar essas falhas de informação, o que neste caso não foi possível fazer uma vez que o edifício já tinha sido alterado. No entanto, para tentar aproximar o modelo ao real, foi feito o levantamento da informação no local, tentando amenizar esses erros de informação.

O BIM é muito mais que um modelo tridimensional, é um processo de partilha de informação e comunicação onde o Revit é apenas uma ferramenta.

5.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Apesar do Revit ser um software bastante bom para a modelação, devido à dificuldade e do tempo que seria necessário utilizar para modelar figuras bastante complexas, uma ferramenta que pode ser utilizada é o Dynamo. O Dynamo é um add-in do Revit que trabalha a programação visual, capaz de simplificar e tornar mais automático trabalhos repetitivos e figuras complexas através da introdução, ou criação, de rotinas.

Embora não tenha sido possível trabalhar com Point Cloud durante o estágio por escolha da empresa, uma vez que o projeto desenvolvido não foi o que estava previsto, acho importante a divulgação deste método. Em Portugal existem bastantes edifícios antigos, sem qualquer projeto ou documentação que nos permita identificar o que foi realizado durante a construção. Por esse mesmo motivo, a utilização do laser scanning para obter a informação de edifícios já existentes é necessária e seria importante aprender a desenvolver este método, aplicando-o a casos reais.

Uma vez que só é possível adicionar documentos relativamente aos elementos após a exportação das folhas COBie, consideramos importante a necessidade de criar essa ligação, ainda dentro do Revit. Embora isso ainda não seja possível, o Revit deveria permitir a introdução de informação dos elementos através de documentos anexados ao modelo como por exemplo catálogos, manuais de fabricantes, entre outros. No entanto, seria importante salientar que toda a documentação inserida deveria ser bem selecionada uma vez que iria aumentar bastante o tamanho do ficheiro do modelo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

About the National BIM Standard - United States. *National BIM Standard - United States*. [Online] <https://www.nationalbimstandard.org/about>.

AEC (UK). 2012. BIM Protocol. *AEC (UK) BIM Protocol*. 2012.

APFM. Normalização. *APFM - Associação Portuguesa de Facility Management*. [Online] <http://apfm.pt/normalizacao/>.

—. Sobre. *APFM - Associação Portuguesa de Facility Management*. [Online] <http://apfm.pt/sobre/>.

Archibus. Facilities and Real Estate Management Applications For Every Challenge. *Archibus*. [Online] <http://www.archibus.com/Applications>.

archifm.net. Wide-ranging functionality in facility management. *archifm.net - Facility Management Service*. [Online] <http://www.archifm.net/>.

Autodesk. Navisworks. *Autodesk*. [Online] <http://www.autodesk.com.br/products/navisworks/overview>.

BANEDJ-SCHAFII, Mandana. 2009. *System Transferability of Public Hospital Facility Management between Germany and Iran*. Alemanha : KIT Scientific Publishing, 2009. ISBN 978-3-86644-395-2.

Bentley. Buildings and Facilities. *Bentley*. [Online] <https://www.bentley.com/en/solutions/industries/buildings-and-facilities>.

BIFM. Facilities Management Introduction. *BIFM*. [Online] <http://www.bifm.org.uk/bifm/about/facilities>.

CASTILLA, Jordi Sanchez. 2015. Benefícios do BIM para Gestão de Instalações. *Gerencia de Edifícios*. [Online] Setembro 23, 2015.

CBS. Facility Management Services. *CBS*. [Online] <http://www.group-c.co.jp/en/service/fms.html>.

CEN. 2012. CEN/TC 348 - Facility Management. *CEN - European Committee for Standardization*. [Online] 2012. https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:32:0:::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:414882,25&cs=1E1EAB55C929B498CC3A8D42026DF59BD.

Cobie BIM. *Revit Services*. [Online] <http://www.revitservices.com/cobie-bim.html>.

CURLAND, Christopher. 2012. What Does a Facility Manager Manage? *Buildings - Smarter Facility Management*. [Online] Maio 11, 2012. <http://www.buildings.com/news/industry-news/articleid/14904/title/what-does-a-facility-manager-manage-.aspx>.

DITTRICH, Egbert. 2015. *The Sustainable Laboratory Handbook: Design, Equipment, and Operation*. Weinheim : Wiley - VCH, 2015. ISBN 978-3-527-33567-1.

2015. Dynamo – Programação aliada ao Revit. *Engenhariaeetc*. [Online] Outubro 28, 2015. <https://engenhariaeetc.wordpress.com/2015/10/28/dynamo-programacao-aliada-ao-revit/>.

EAST, Bill. 2014. Construction-Operations Building Information Exchange (COBie). *WBDG*. [Online] Abril 8, 2014. <http://www.wbdg.org/resources/cobie.php>.

EcoDomus. EcoDomus FM / BIM Software for Lifecycle Facilities Management. *ecodomus*. [Online] <http://www.ecodomus.com/index.php/ecodomus-fm/>.

Eepaul. 2013. COBie. *ice - Institution of Civil Engineers*. [Online] Fevereiro 20, 2013. <http://www.designingbuildings.co.uk/wiki/COBie>.

EuroFM. What is FM. *EuroFM - European Facility Management Network*. [Online] <http://www.eurofm.org/index.php/what-is-fm>.

Facilities Management Advisors, LLC. 2016. Pyramid of Success Model. *Facilities Management Advisors, LLC*. [Online] 2016. <http://www.fmadvisors.com/why-fma-/pyramid-of-success>.

facilitiesnet. 2011. Five Ways BIM Can Benefit FM. *facilitiesnet*. [Online] Novembro 17, 2011. <http://www.facilitiesnet.com/facilitiesmanagement/tip/Five-Ways-BIM-Can-Benefit-FM--23696>.

FAME. Das Unternehmen. *FAME*. [Online] <http://www.fame-online.de/en-gb/content/general>.

FM:Systems. Manage Your Facilities & Real Estate. *FM:Systems*. [Online] <https://fmsystems.com/our-software/>.

Gerencia de Edifícios. 2015. Benefícios do BIM para Gestão de Instalações. *Gerencia de Edifícios*. [Online] Setembro 23, 2015. <http://www.gerenciadeedificios.com/pt/201509234722/articulos/desde-la-gerencia/beneficios-de-bim-para-el-fm/beneficios-de-operar-con-bim.html>.

HAMIL, Stephen. 2011. What is COBie? *NBS*. [Online] Setembro 1, 2011. <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-cobie>.

Helbling. 2012. 7 Ways Facility Managers Can Benefit From BIM. *Helbling & Associates, Inc.* [Online] Agosto 24, 2012. <http://blog.helblingsearch.com/index.php/2012/08/24/7-ways-facility-managers-can-benefit-from-bim/>.

i-FM. A Brief Introduction to Facilities Management. *i-FM*. [Online] <http://www.i-fm.net/fm-info>.

Instituto Português da Qualidade. 2009. NP EN 15341. *Manutenção - Indicadores de desempenho da manutenção (KPI)*. 2009.

Instituto Português da Qualidade. 2009. NP 4483. *Implementação de Sistemas de Gestão da Manutenção*. 2009.

IPQ. Facility Management. *Instituto Português da Qualidade*. [Online] <http://www1.ipq.pt/pt/site/pages/pesquisa.aspx?sp-q=facility+management&poset=0&pgsz=10>.

ISEL. Facility Management. *ISEL - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa*. [Online] <https://www.isel.pt/cursos/pos-graduacoes/facility-management>.

ISO. Standards catalogue. *ISO*. [Online] http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm?commid=652901.

LEWIS, Angela. 2013. COBie Offers Easier Way To Manage Asset Data. *facilitiesnet*. [Online] Maio 2013. <http://www.facilitiesnet.com/software/article/COBie-Offers-Easier-Way-To-Manage-Asset-Data-Facilities-Management-Software-Feature--14013>.

MARITAN, Flávia. 2014. O que é essa "coisa" chamada LOD? *BIM Revit*. [Online] Dezembro 28, 2014. <http://www.bimrevit.com/2014/12/o-que-e-essa-coisa-chamada-lod.html>.

Matrix Composition. Point Cloud. *Matrix Composition*. [Online] https://sdm.scad.edu/faculty/mkesson/vsfx319/wip/best_winter2011/ali_jafargholi/project_1.html.

MC PHEE, Antony. 2013. What is this thing called LOD. *Practical BIM*. [Online] Março 1, 2013. <http://practicalbim.blogspot.pt/2013/03/what-is-this-thing-called-lod.html>.

ndBIM. Building Information Modeling. *ndBIM - Virtual Building*. [Online] <http://www.ndbim.com/index.php/pt/home-pt/bim>.

ONUMA. ONUMA System. *ONUMA*. [Online] <http://onuma-bim.com/>.

PICKFORD, Les. 2015. 10 things facilities managers should know about BIM. *RICS*. [Online] Abril 13, 2015. <http://www.rics.org/ro/news/news-insight/comment/10-things-facilities-managers-should-know-about-bim/>.

Plan-It Management. 2010. Benefits. *Plan-It Management*. [Online] 2010. <http://www.plan-itmanagement.com/benefits.html>.

Point Clouds. *Renderman*. [Online] <https://renderman.pixar.com/view/point-clouds>.

RENDEIRO, José Eduardo. 2013. O que significa BIM para engenheiros civis? *Plataforma BIM*. [Online] Agosto 12, 2013. <http://www.plataformabim.com.br/2013/08/o-que-significa-bim-para-engenheiros.html>.

Rosmiman. Facility Management. *Rosmiman - Make it simple*. [Online] <http://rosmiman.com/products-2/facility-management/>.

Software Advice. Facilities Management eXpress Software. *Software Advice*. [Online] <http://www.softwareadvice.com/cafm/fmx-profile/>.

SRO. 2014. Normas e Normalização no Facility Management. *Managing Space*. [Online] Fevereiro 27, 2014. <https://space2manage.wordpress.com/2014/02/27/3-normas-e-normalizacao-no-facility-management/>.

SUCCAR, Bilal. 2015. BIM Think Space. *BIM Think Space*. [Online] Maio 6, 2015. <http://www.bimthinkspace.com/bim-maturity/>.

TARDIF, Michael. Construction Operations Building information exchange (COBie). *National Institute of Building Sciences*. [Online] https://www.nibs.org/?page=bsa_cobie.

TEICHOLZ, Paul. *BIM for Facility Managers*. s.l. : IFMA. 978-1-118-38281-3.

The Editors of Encyclopædia Britannica. Pan American World Airways, Inc. *Encyclopædia Britannica*. [Online] <http://www.britannica.com/topic/Pan-American-World-Airways-Inc>.

The Society. 2014. Strategies for facilities. *The Facilities Society*. [Online] Setembro 19, 2014. <http://www.facilities.ac.uk/j/free-cpd/154-strategies-for-facilities-management>.

WAGNON, John. What is Facility Management? *IFMA*. [Online] <http://www.ifma.org/about/what-is-facility-management>.

YouBIM. BIM for Facility Management. *YOUBIM*. [Online] <http://www.youbim.com/>.

ANEXO I – FICHEIROS AUTOCAD



Figura I.1 – Arquitetura Piso 0

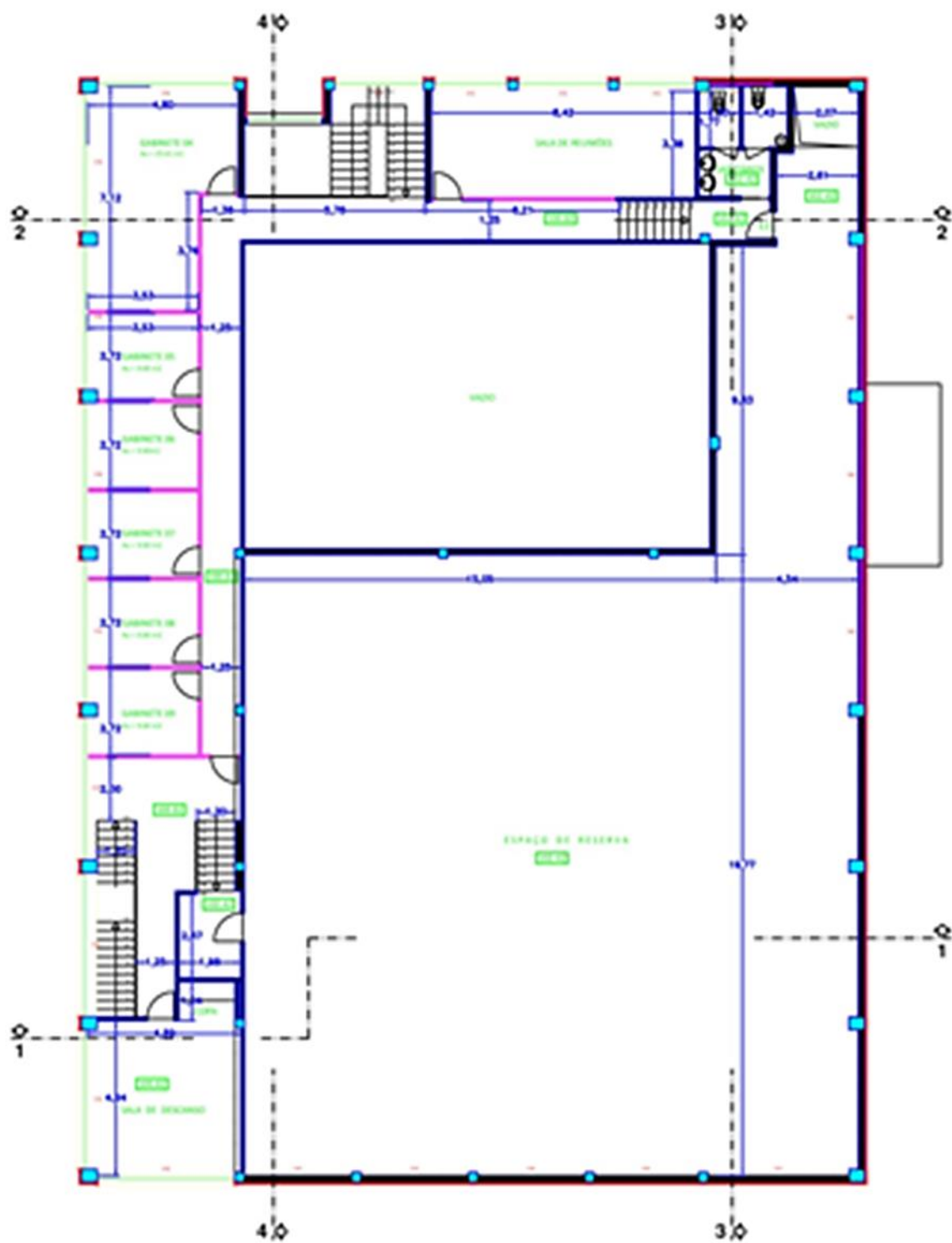


Figura I.2 – Arquitetura Piso 1

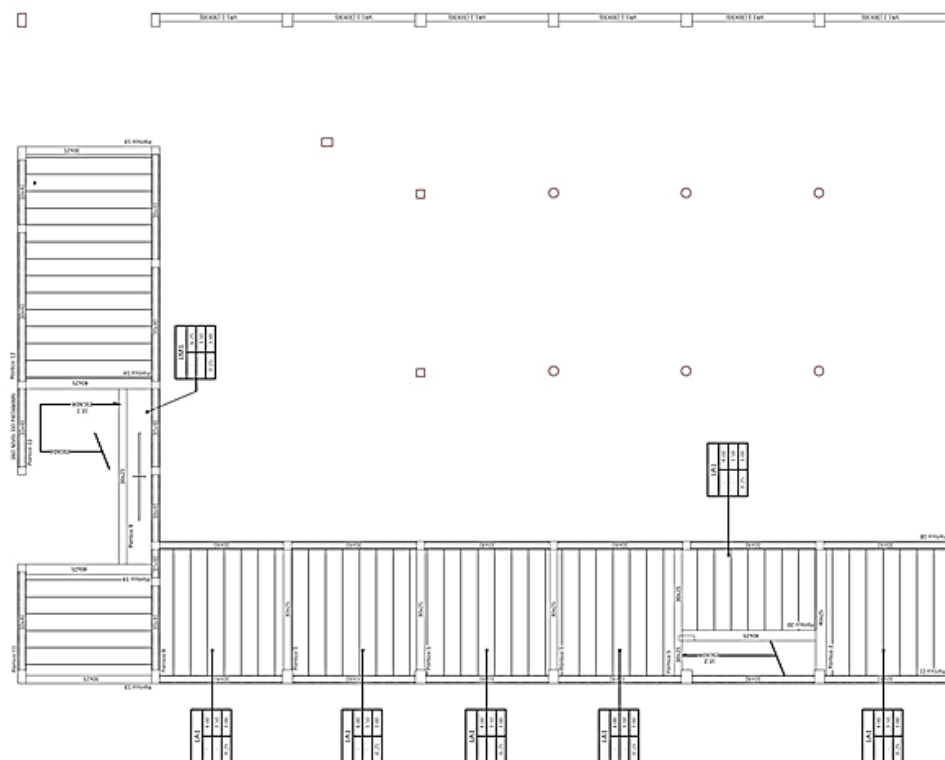


Figura I.5 – Planta estrutural do piso inferior

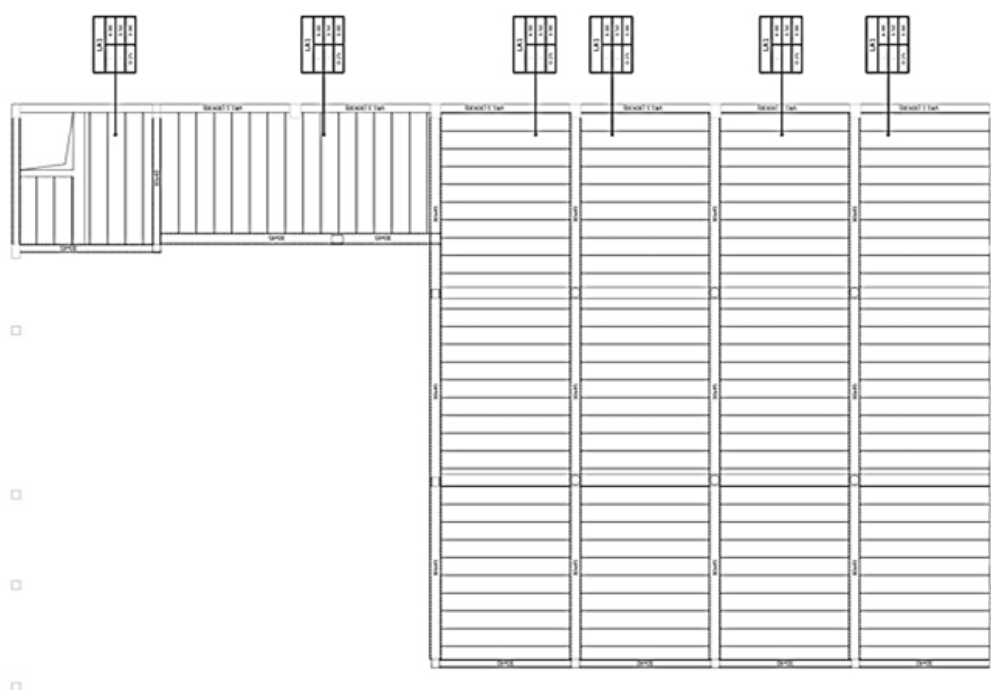


Figura I.6 – Planta estrutural do piso superior

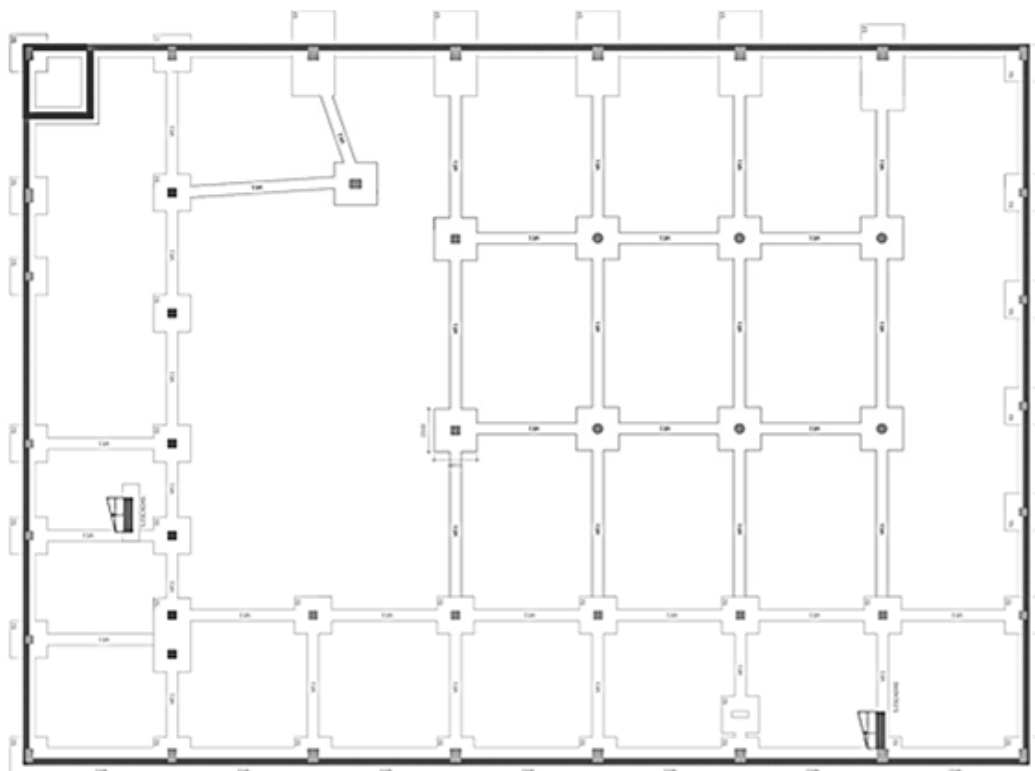


Figura I.7 – Planta estrutural das fundações

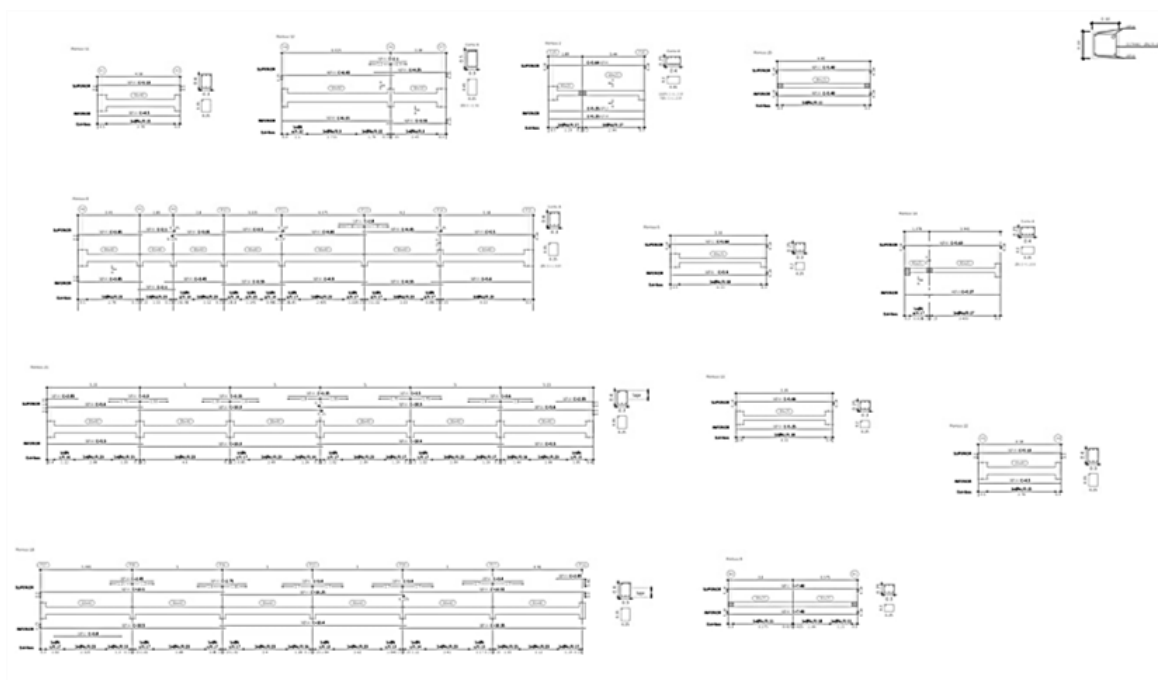


Figura I.8 – Cortes da estrutura

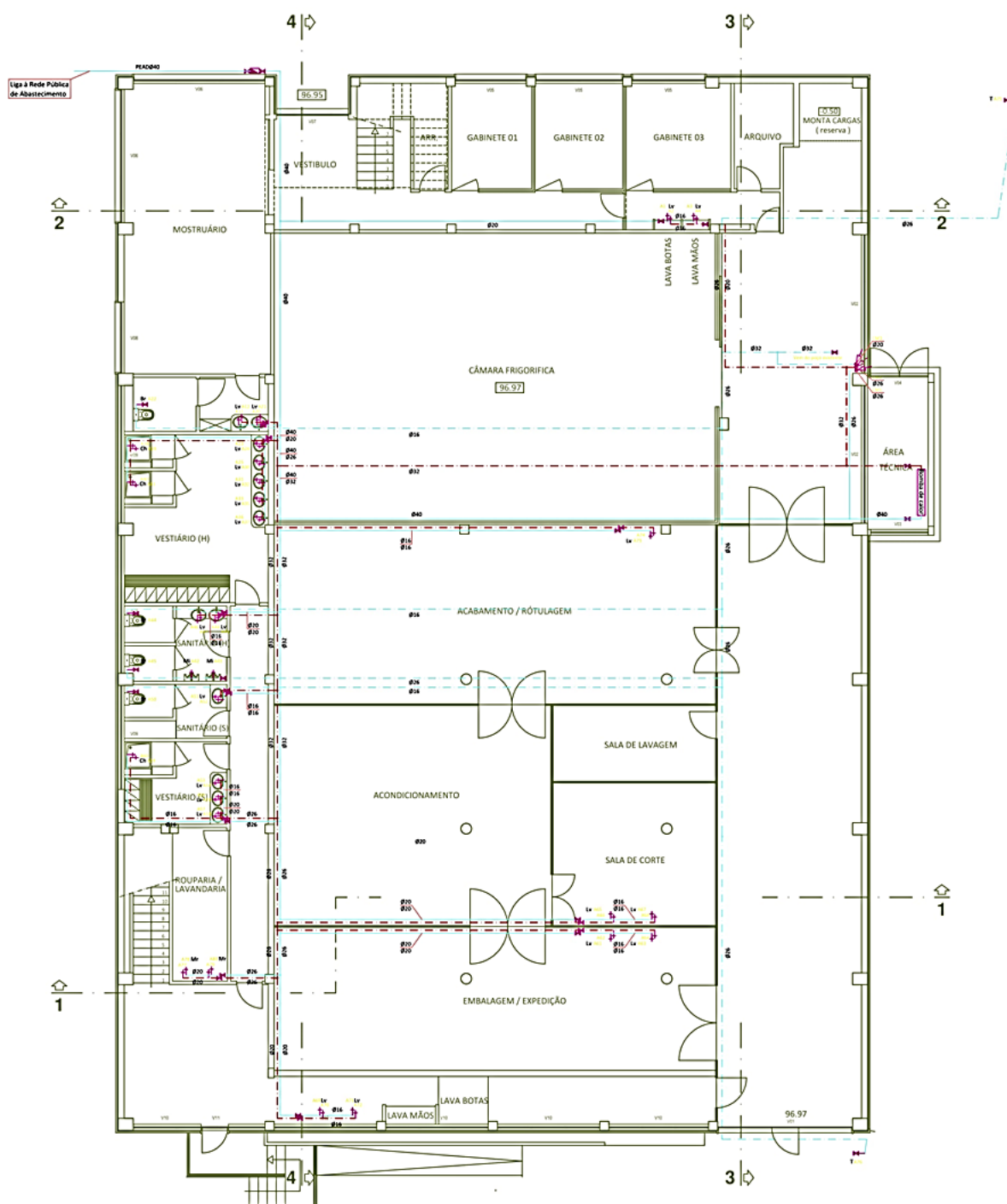


Figura I.9 – Abastecimento do Piso 0

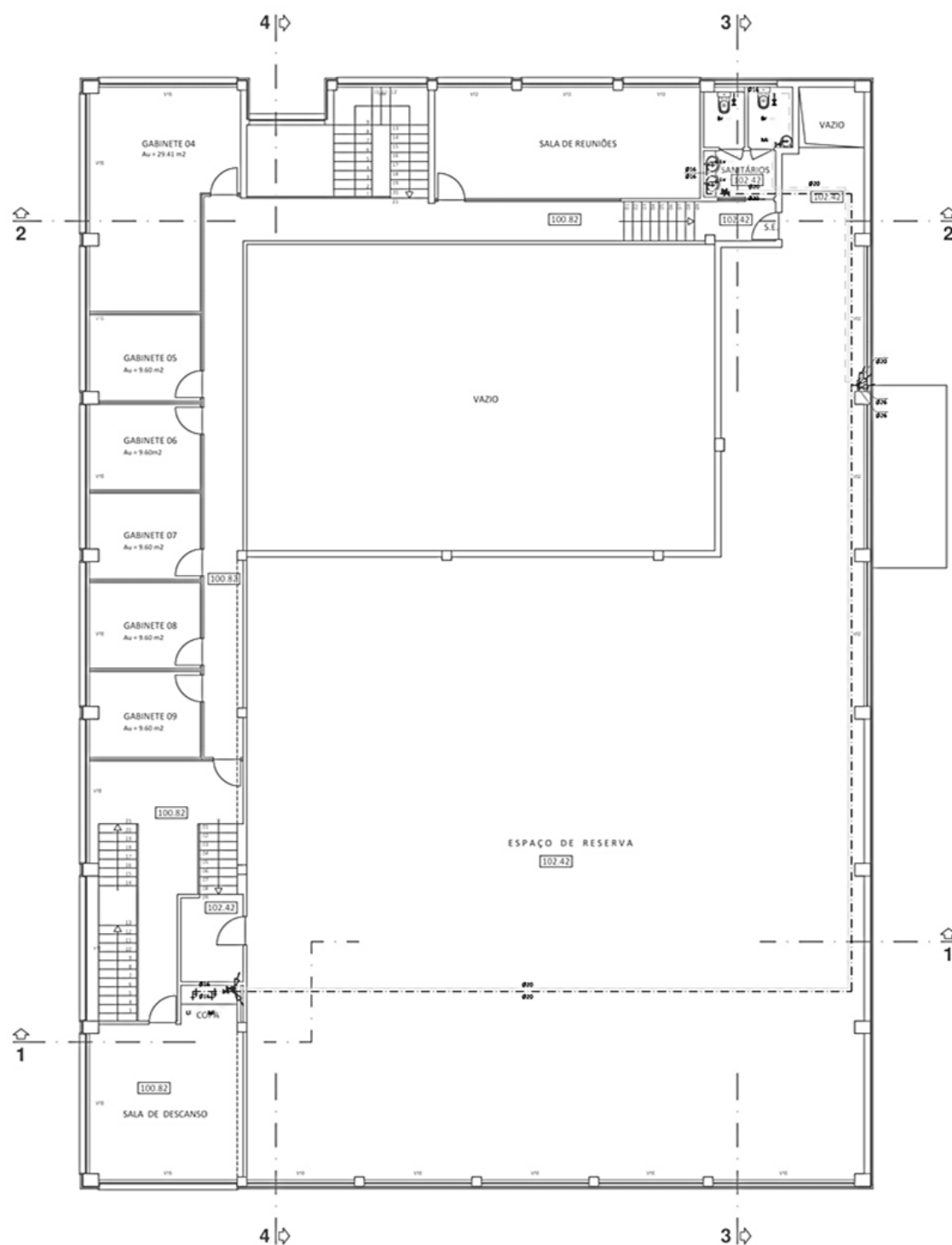


Figura I.10 – Abastecimento do Piso 1

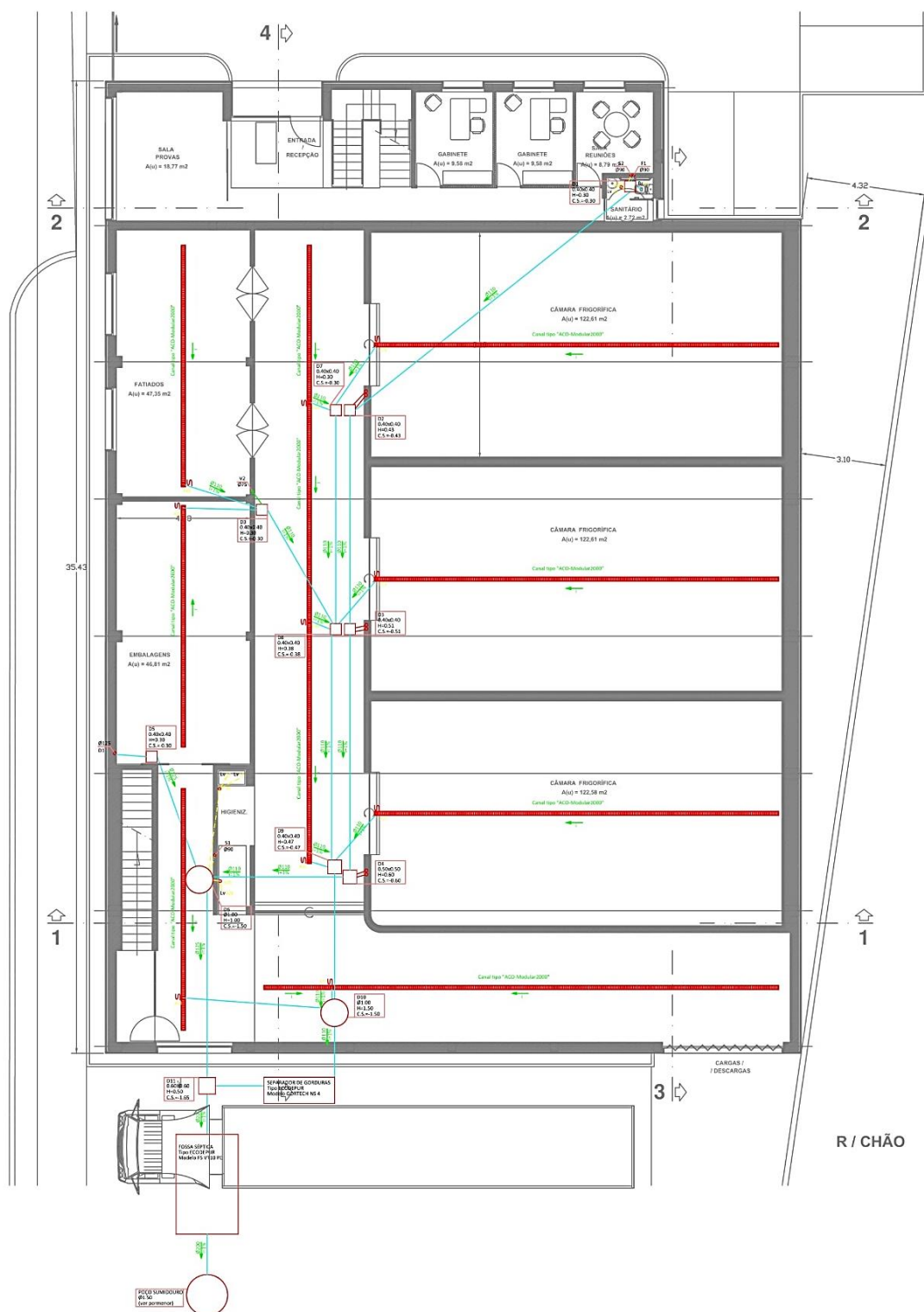


Figura I.11 – Águas residuais do Piso 0

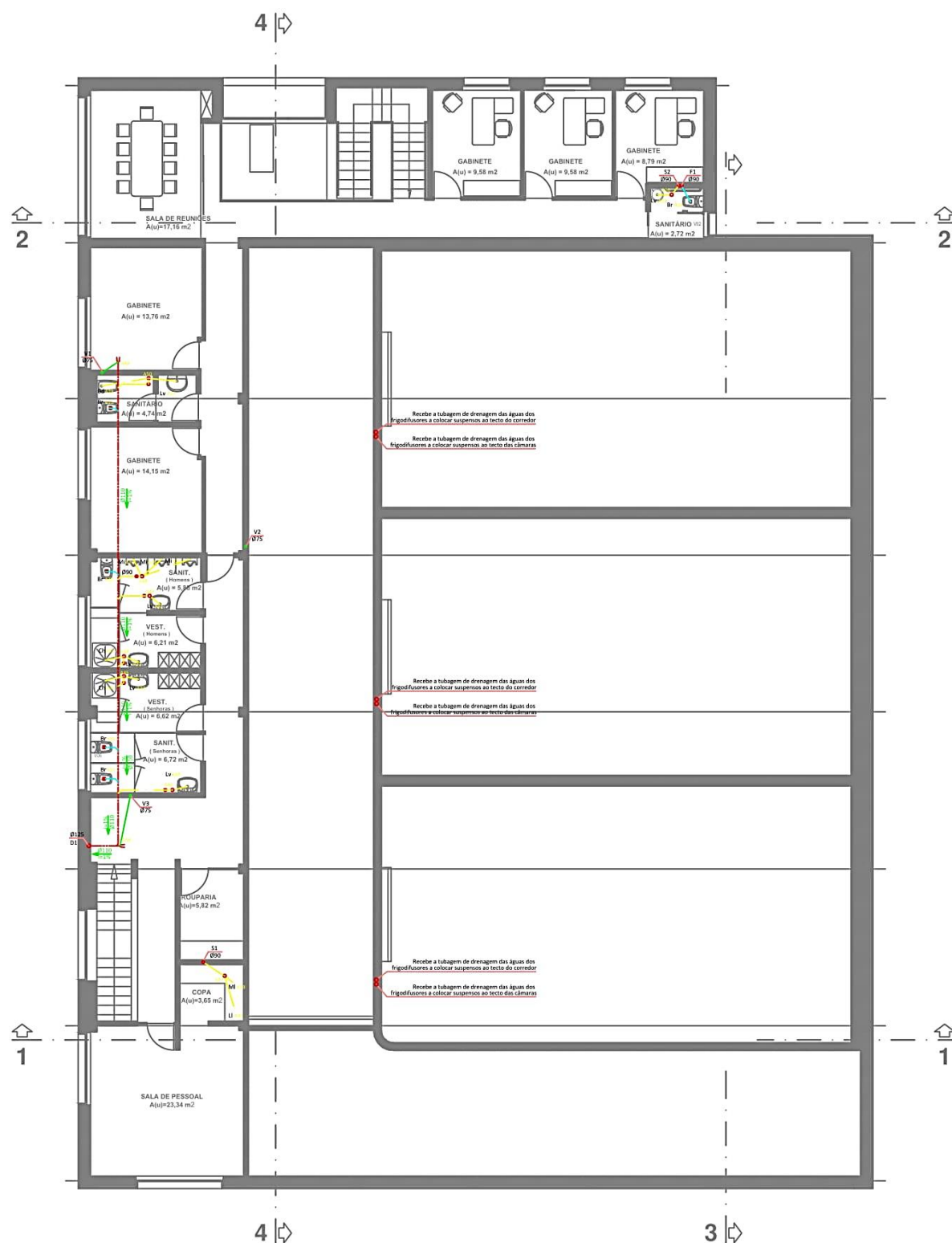


Figura I.12 – Águas residuais do Piso 1

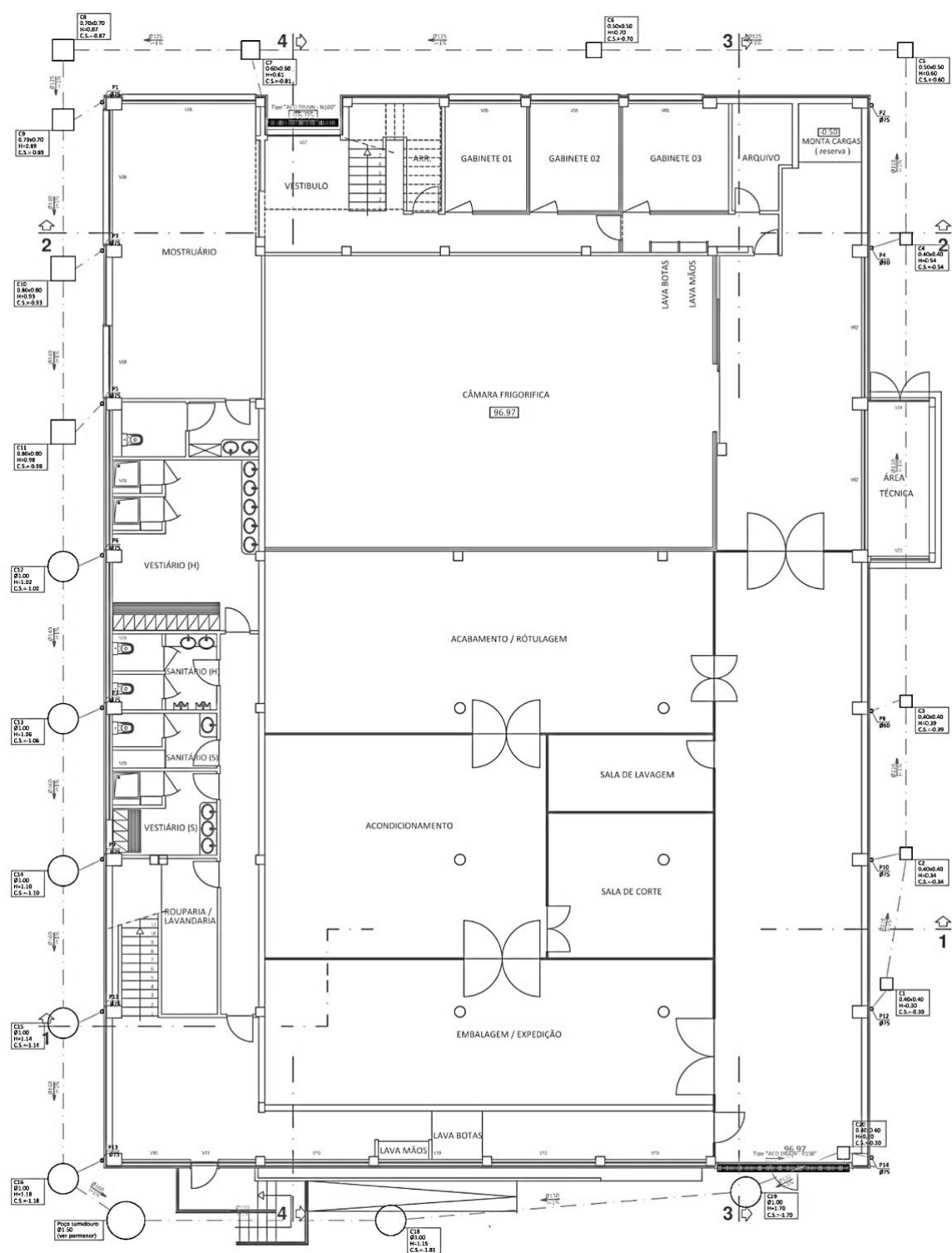


Figura I.13 – Águas pluviais no Piso 0

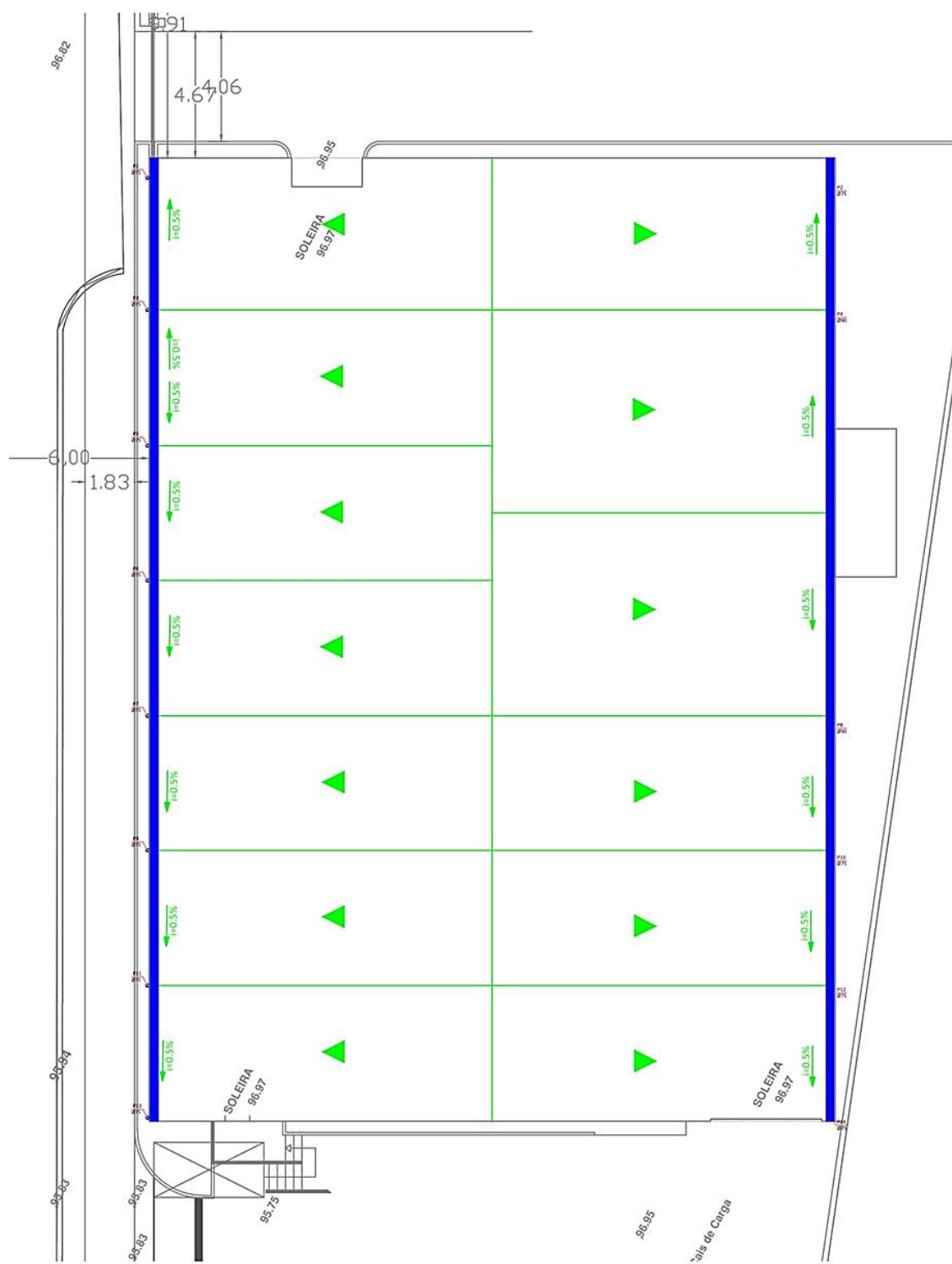


Figura I.14 – Águas pluviais na cobertura

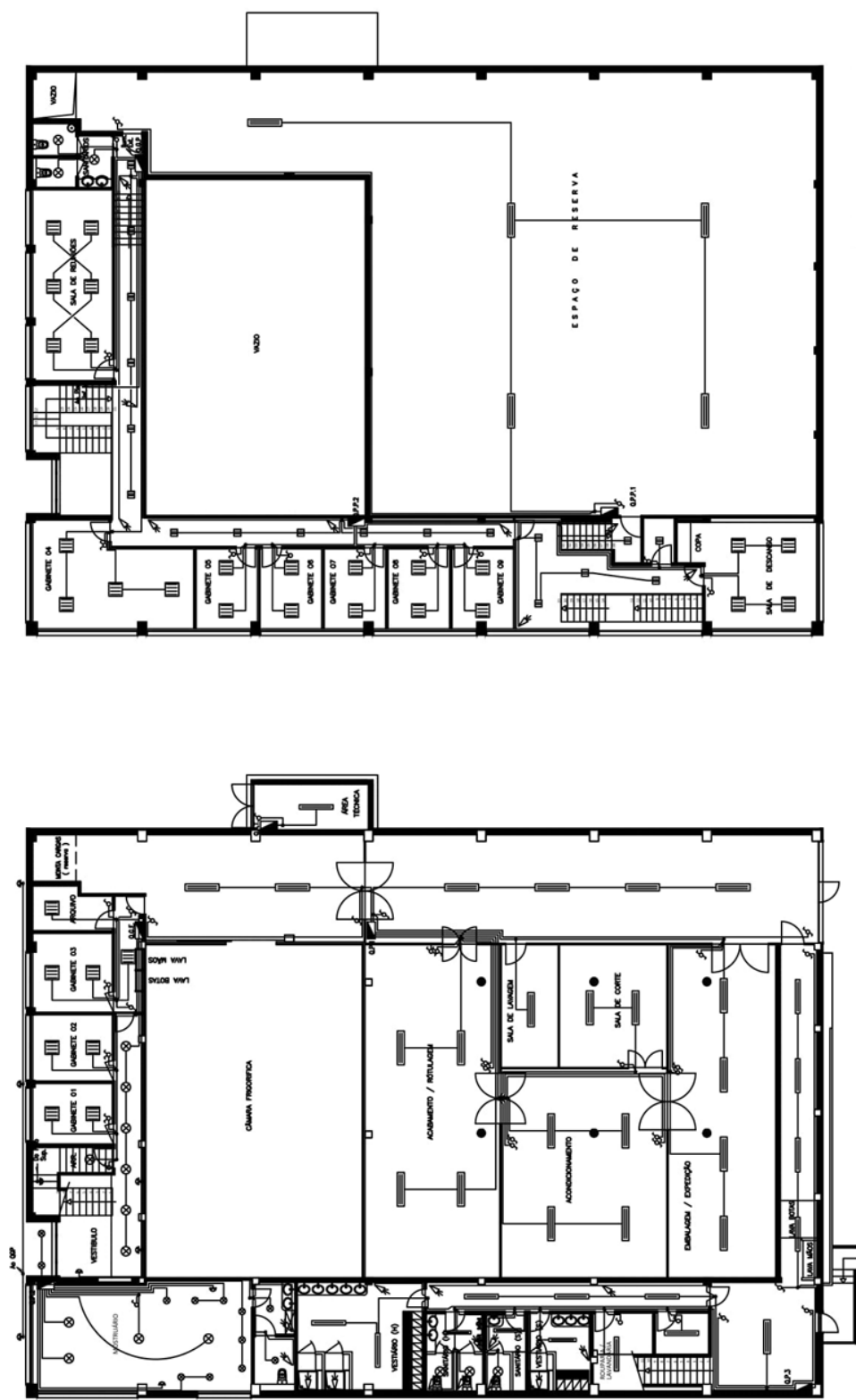


Figura I.15 – Projeto de eletricidade - Iluminação

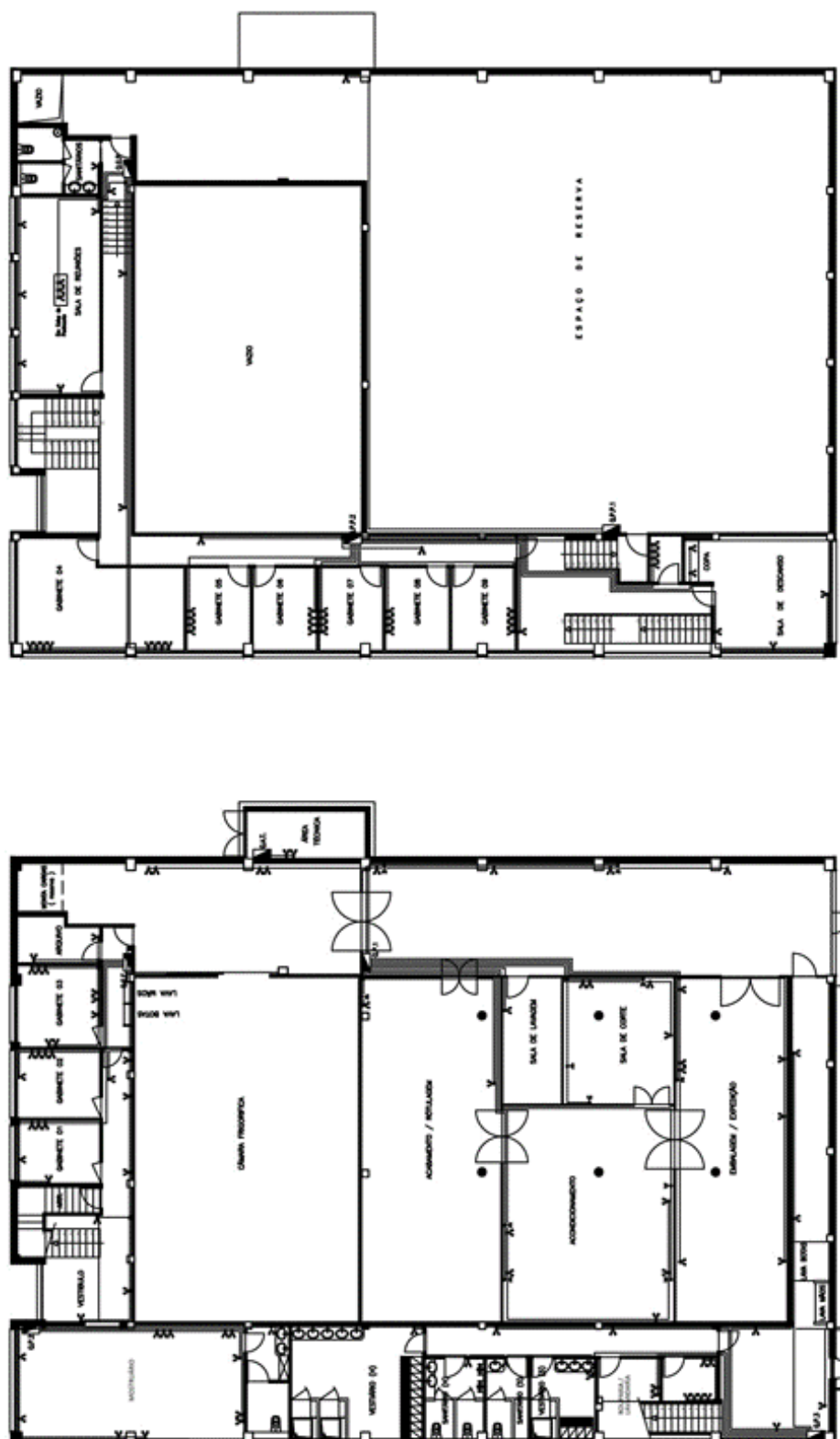


Figura I.16 – Projeto de eletricidade - Tomadas

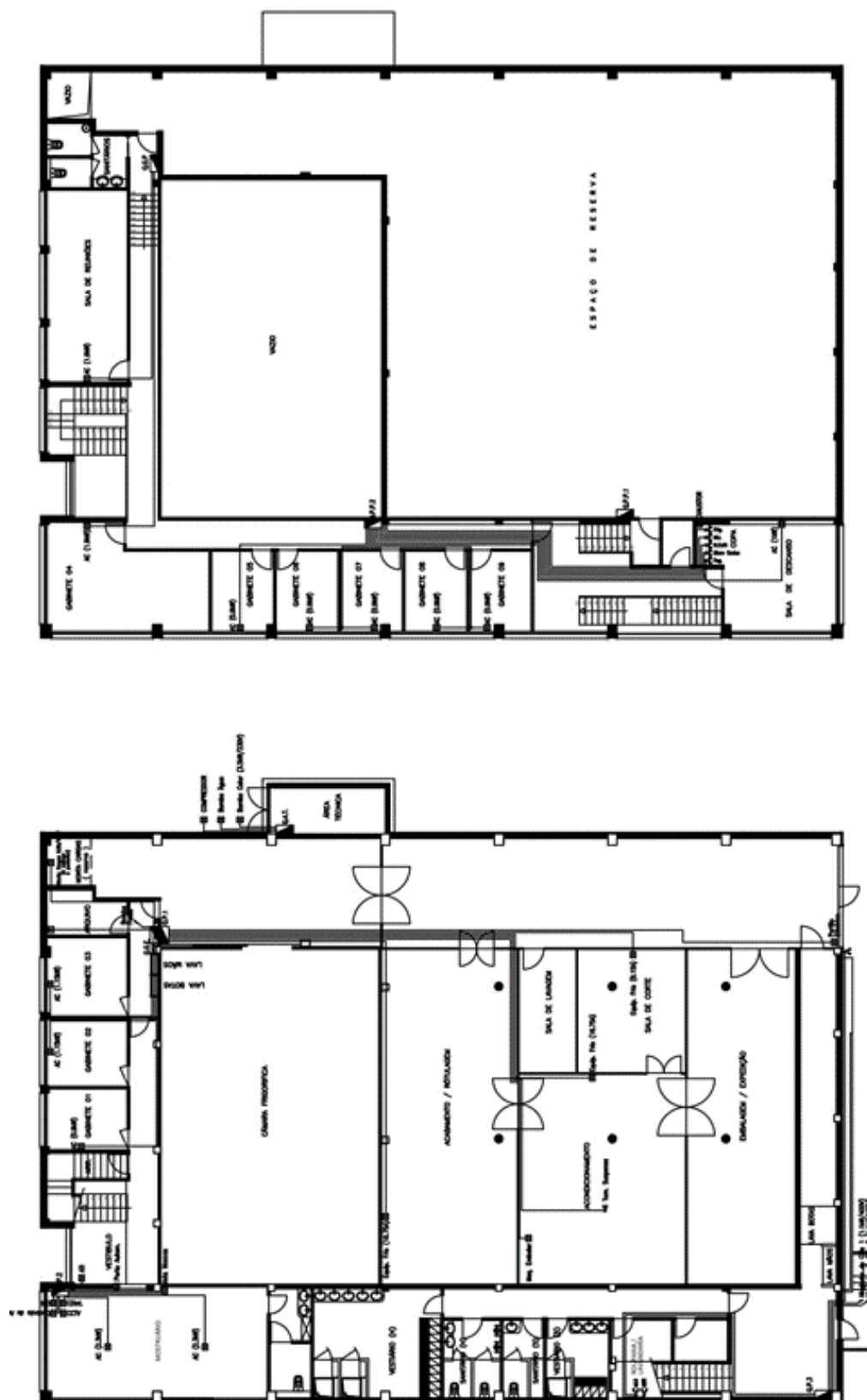


Figura I.17 – Projeto de eletricidade - Equipamentos

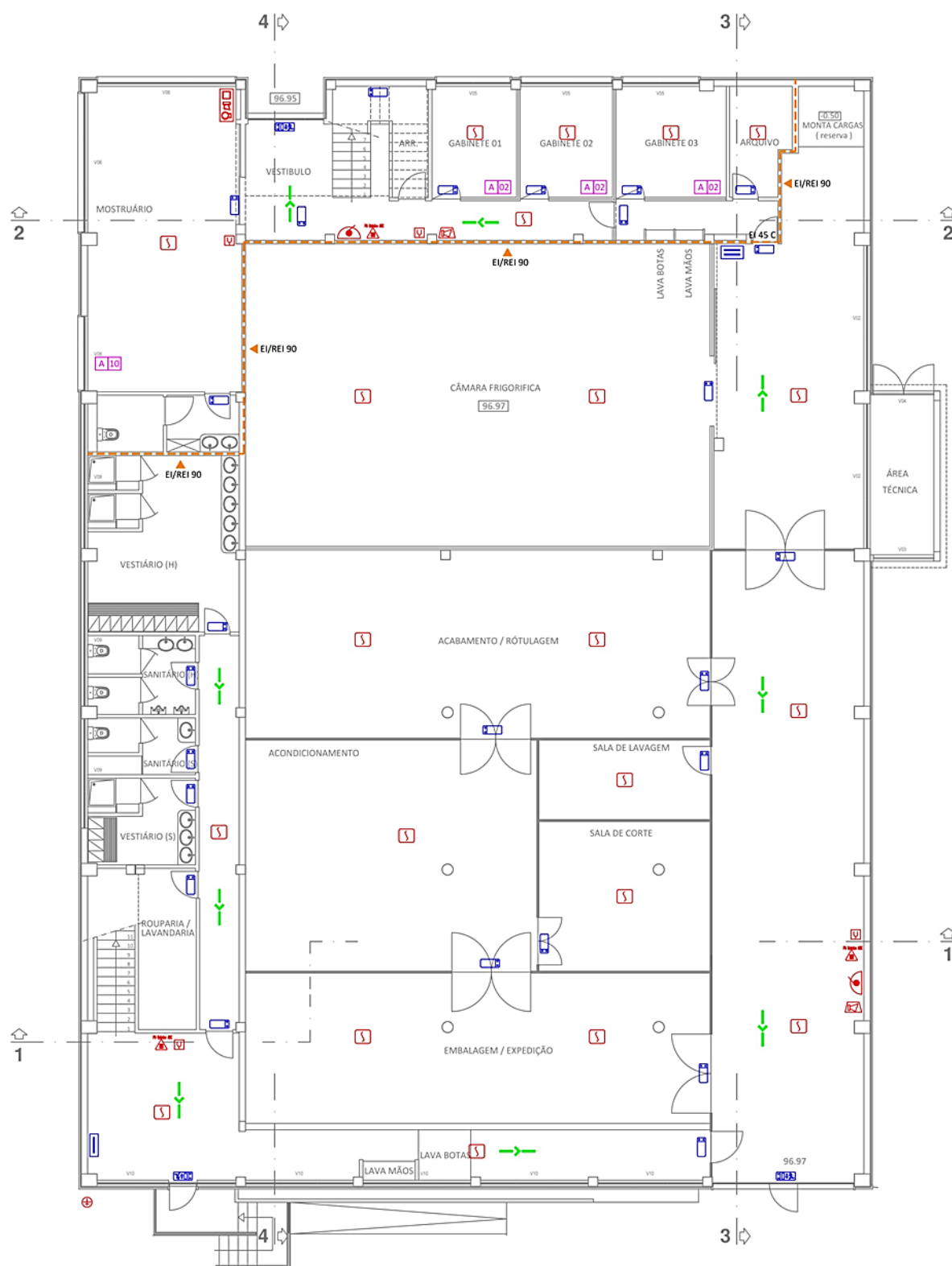


Figura I.18 – Segurança contra incêndios do Piso 0

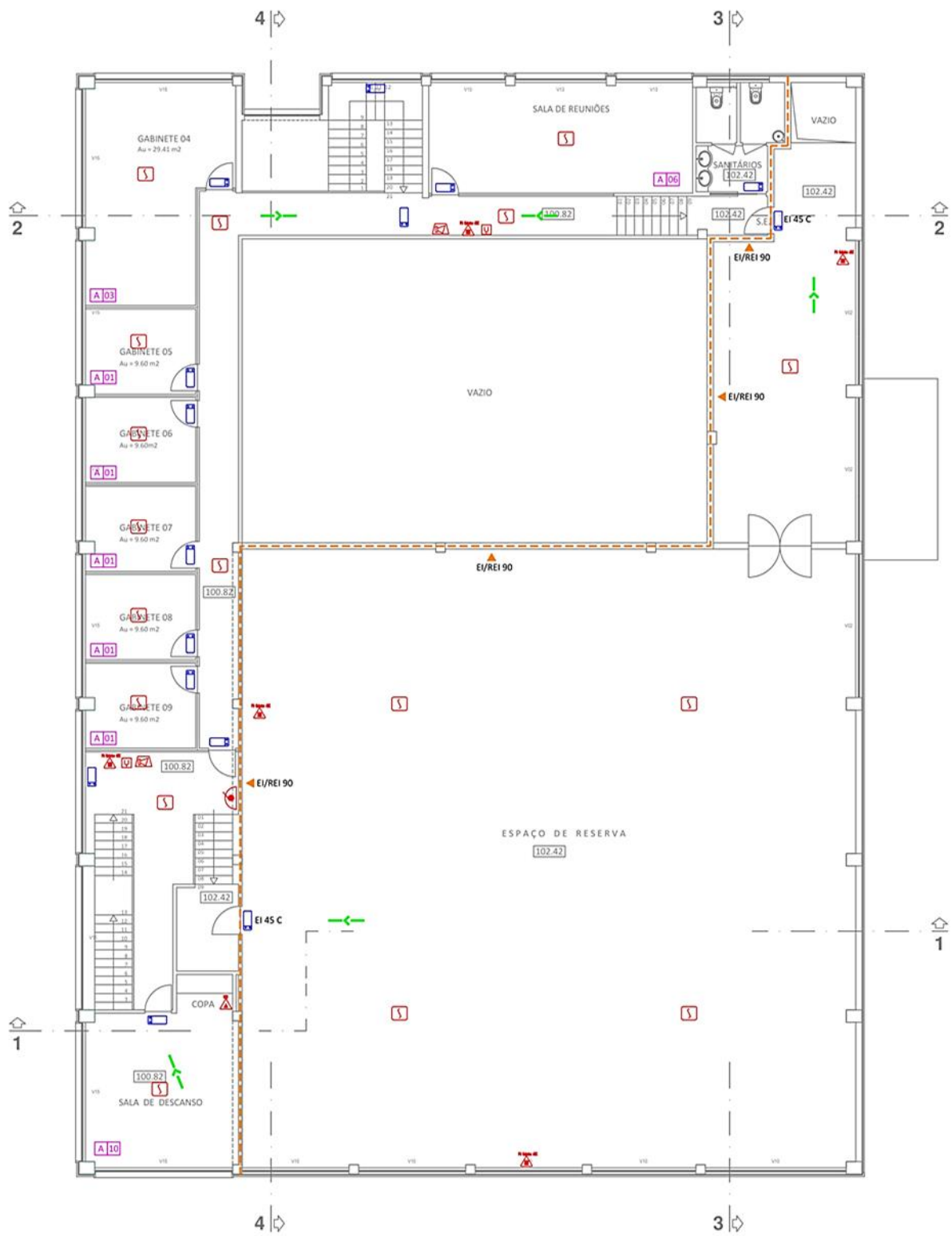


Figura I.19 - Segurança contra incêndios do Piso 1

ANEXO II – ALGUMAS FAMÍLIAS CRIADAS

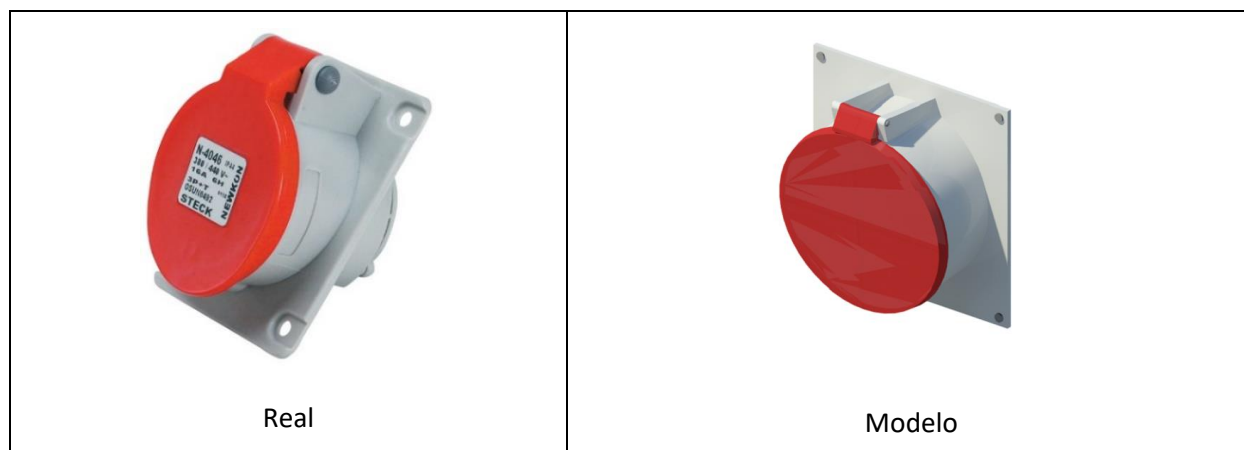


Figura II.1 – Tomada trifásica



Figura II.2 - Iluminação de modelo Rain Maxi

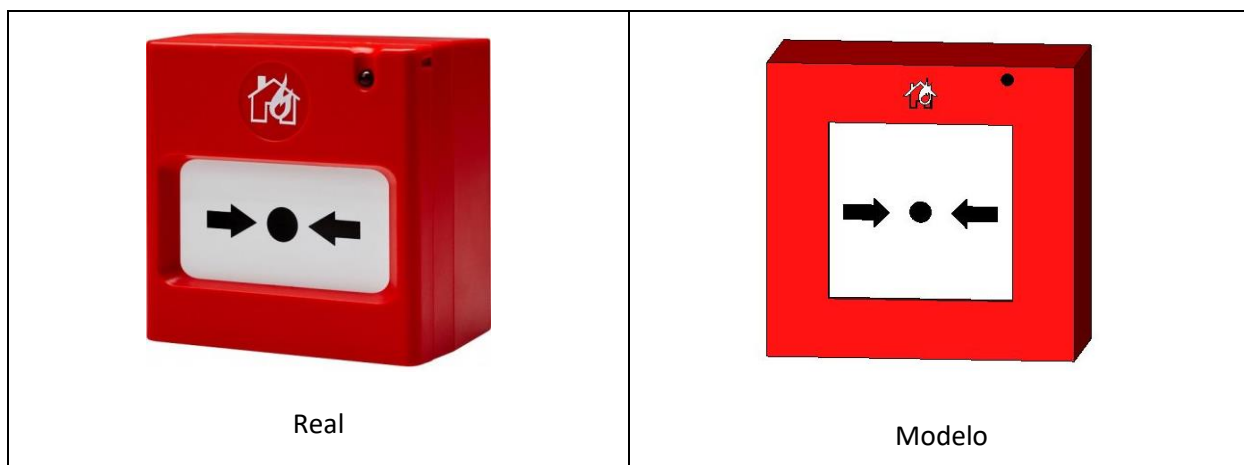


Figura II.3 - Botão de alarme manual

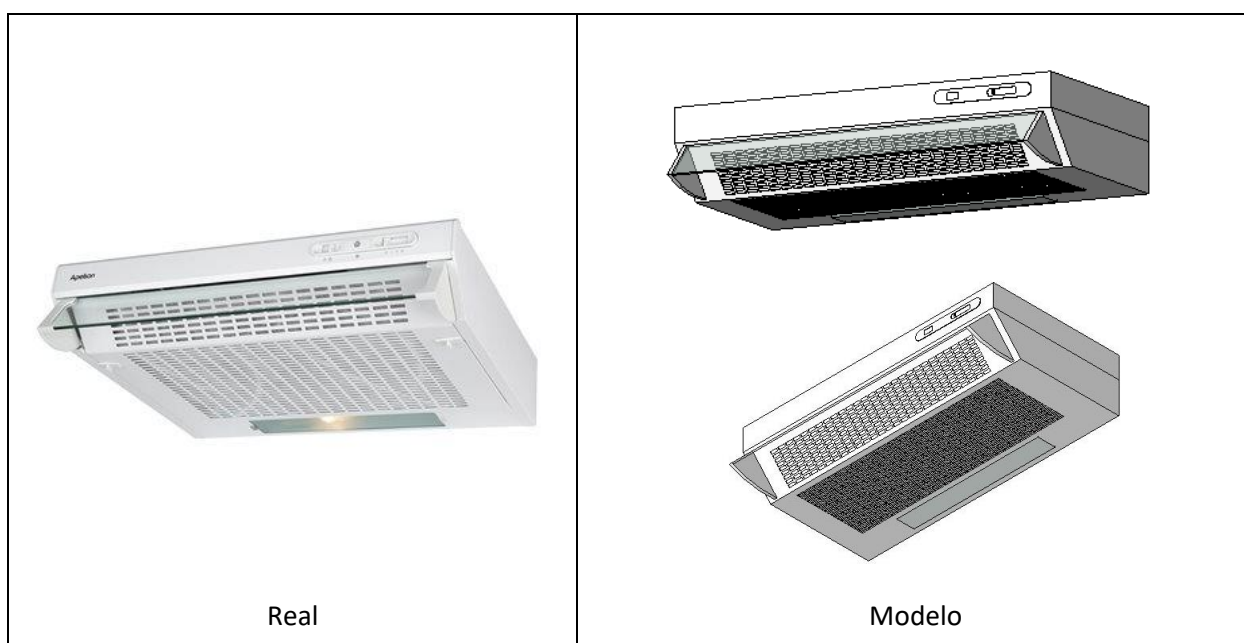


Figura II.4 - Exaustor

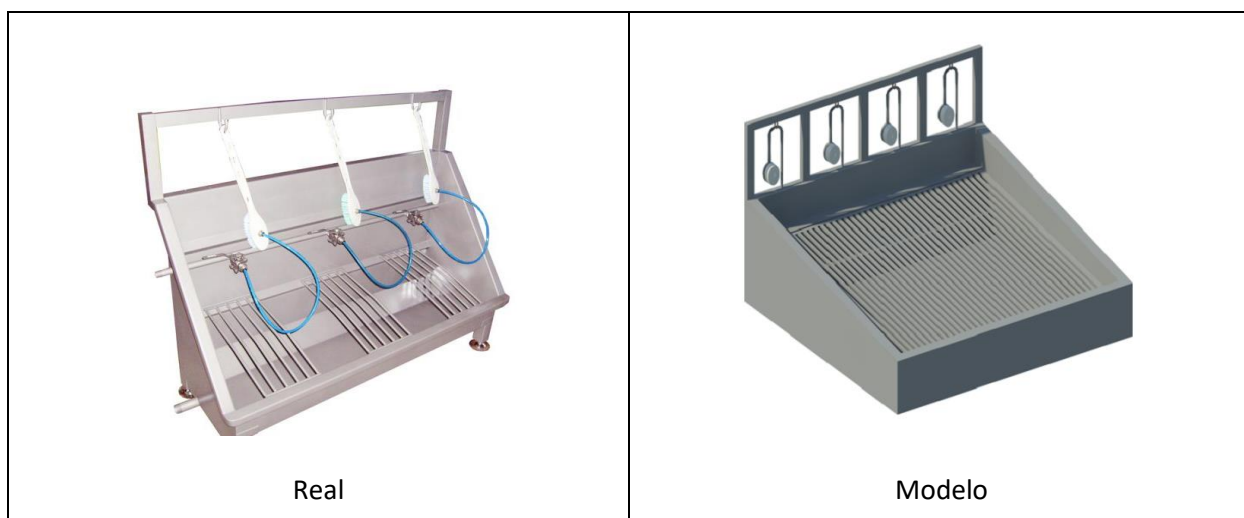


Figura II.5 - Lava botas

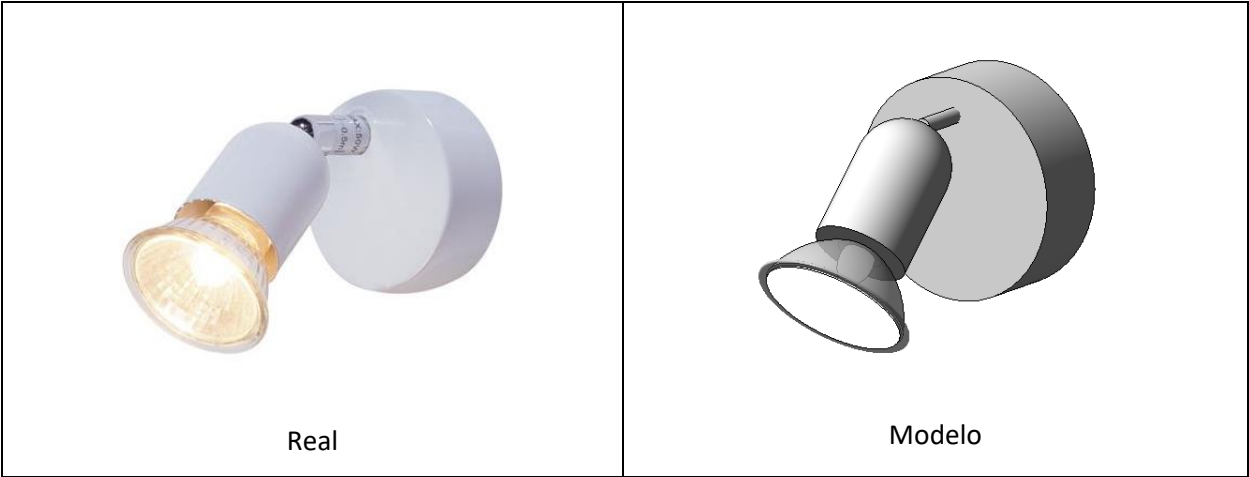


Figura II.6 - Projetor de iluminação

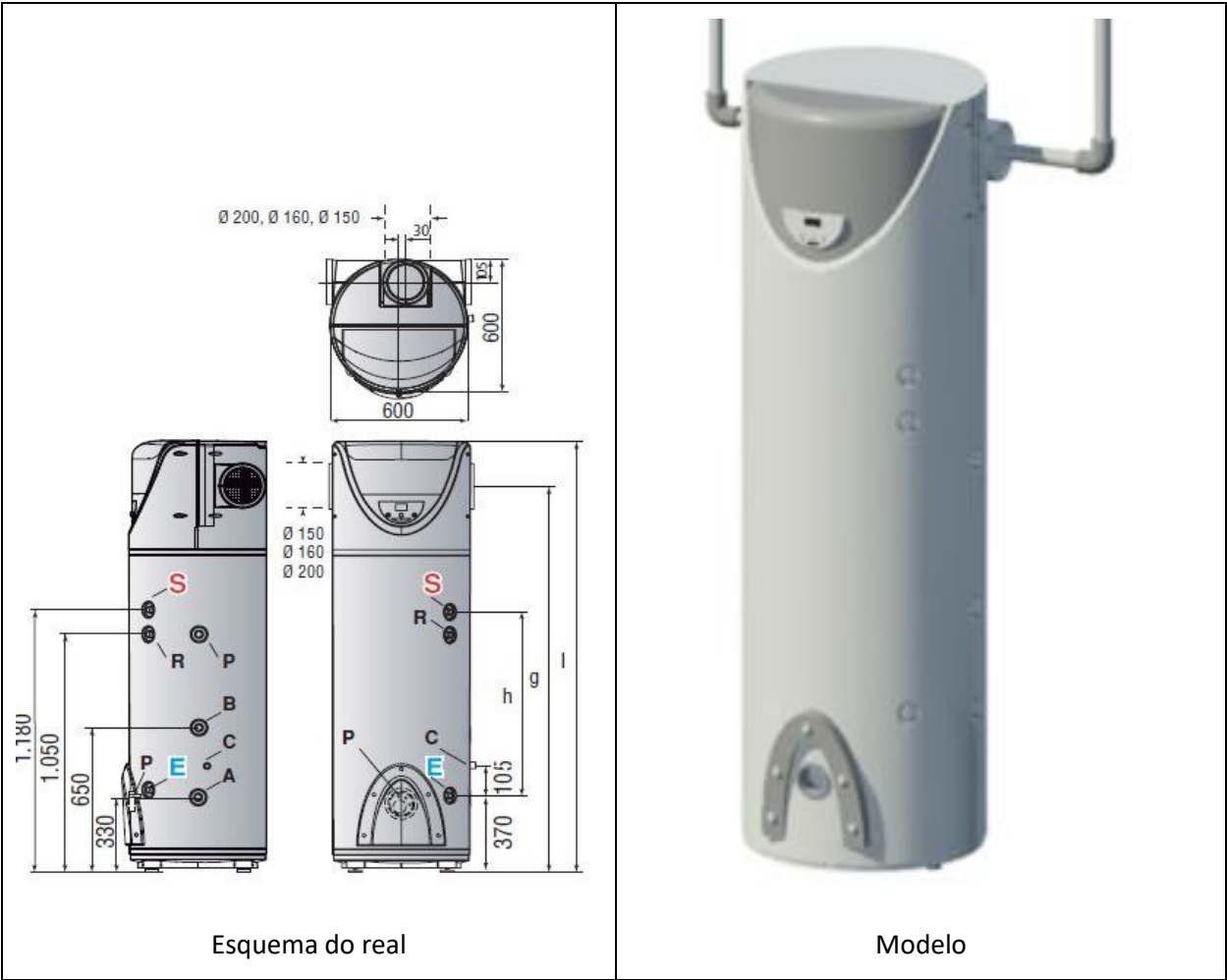


Figura II.7 - Bomba de calor

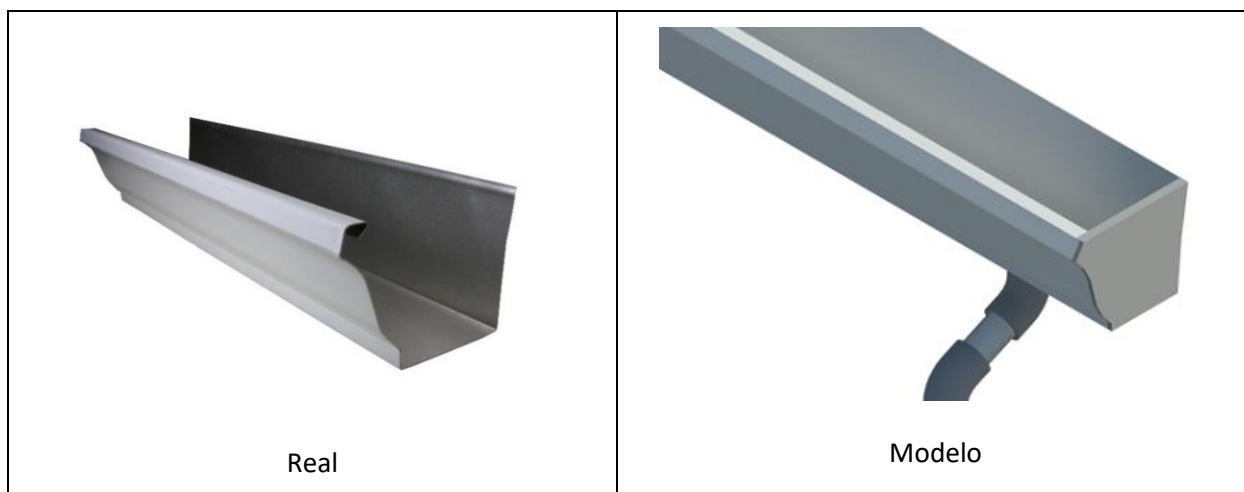


Figura II.8 – Caleira

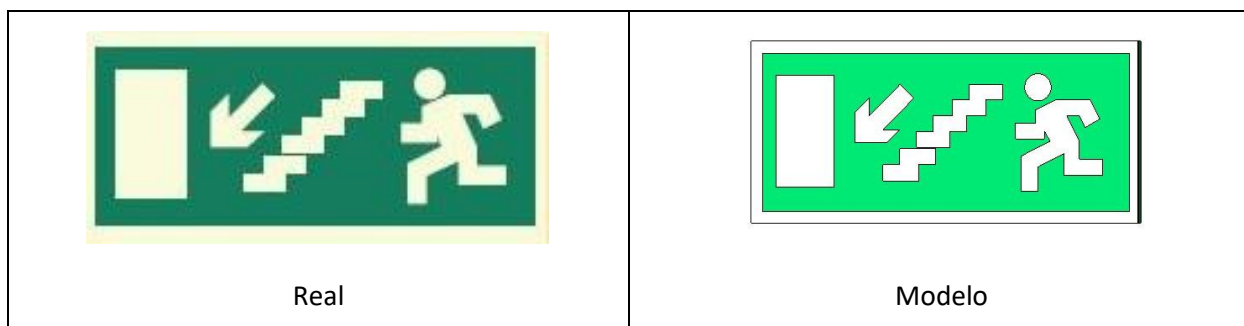


Figura II.9 - Aviso de caminho de evacuação

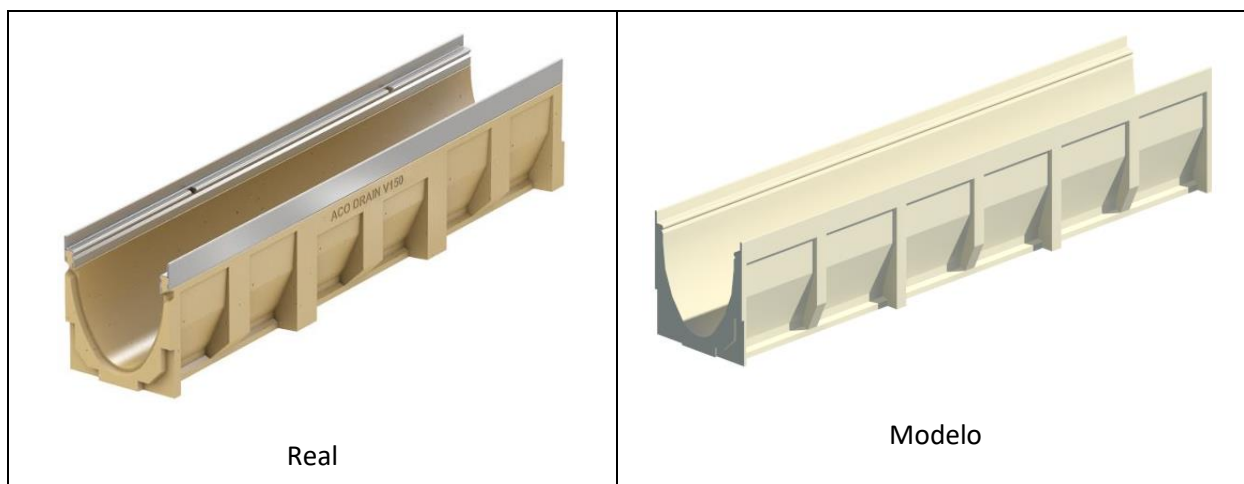


Figura II.10 - ACO DRAIN



Figura II.11 - Aviso de porta corta-fogo

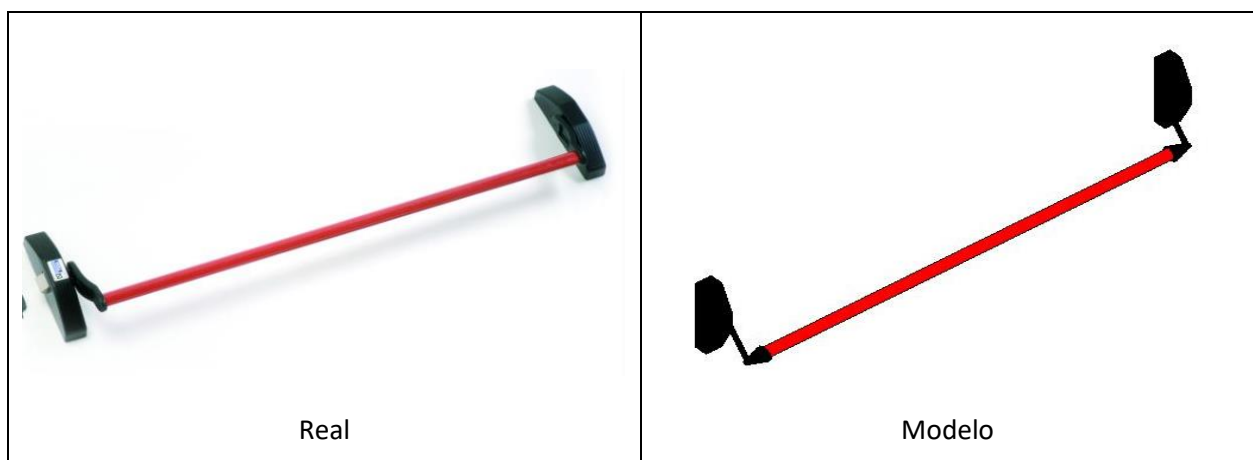


Figura II.12 - Barra antipânico

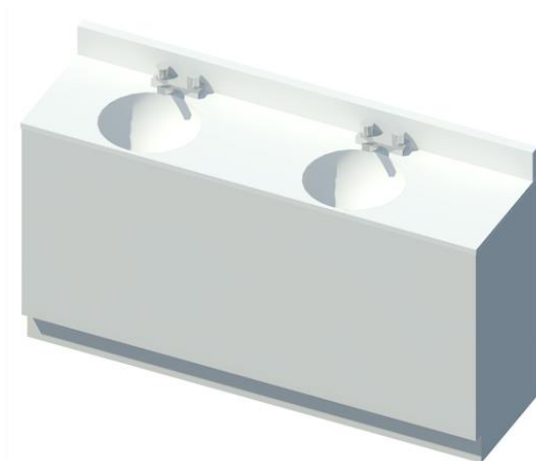


Figura II.13 - Modelo de um móvel de casa de banho com dois lavatórios

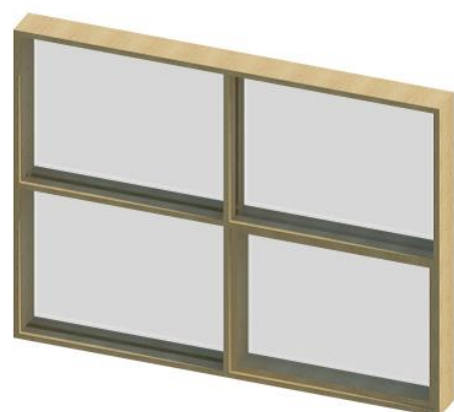


Figura II.14 - Modelo de uma janela de quatro vidros

ANEXO III– FOLHAS DE CÁLCULO COBIE

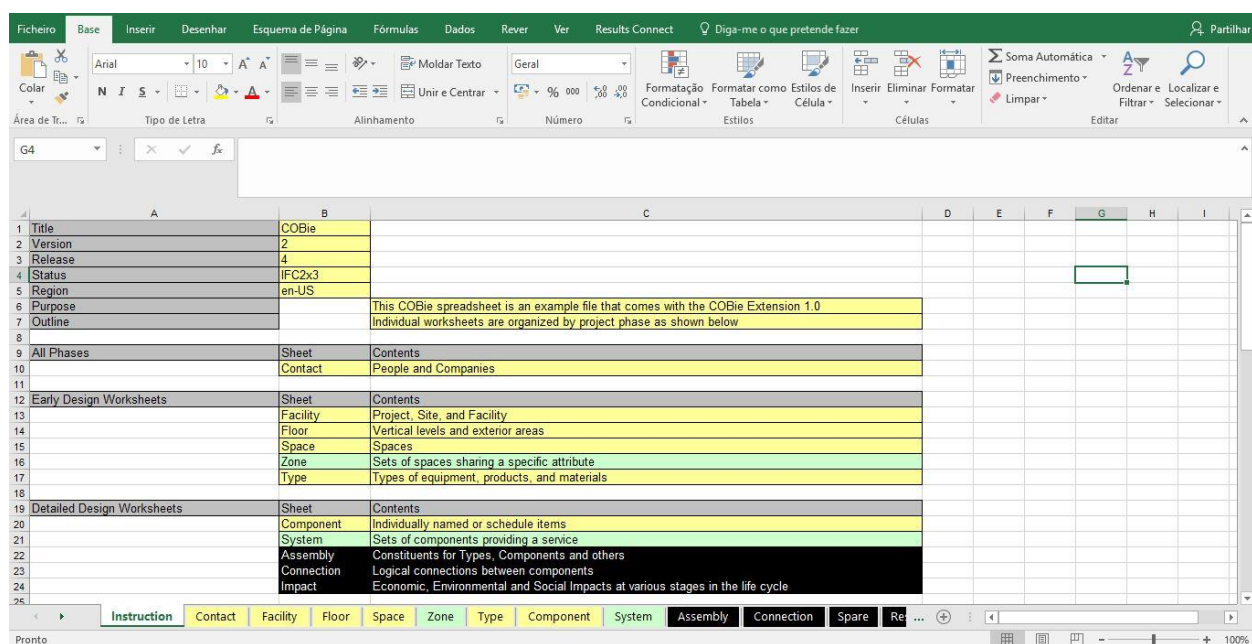


Figura III.1 – Folha de instruções do COBie

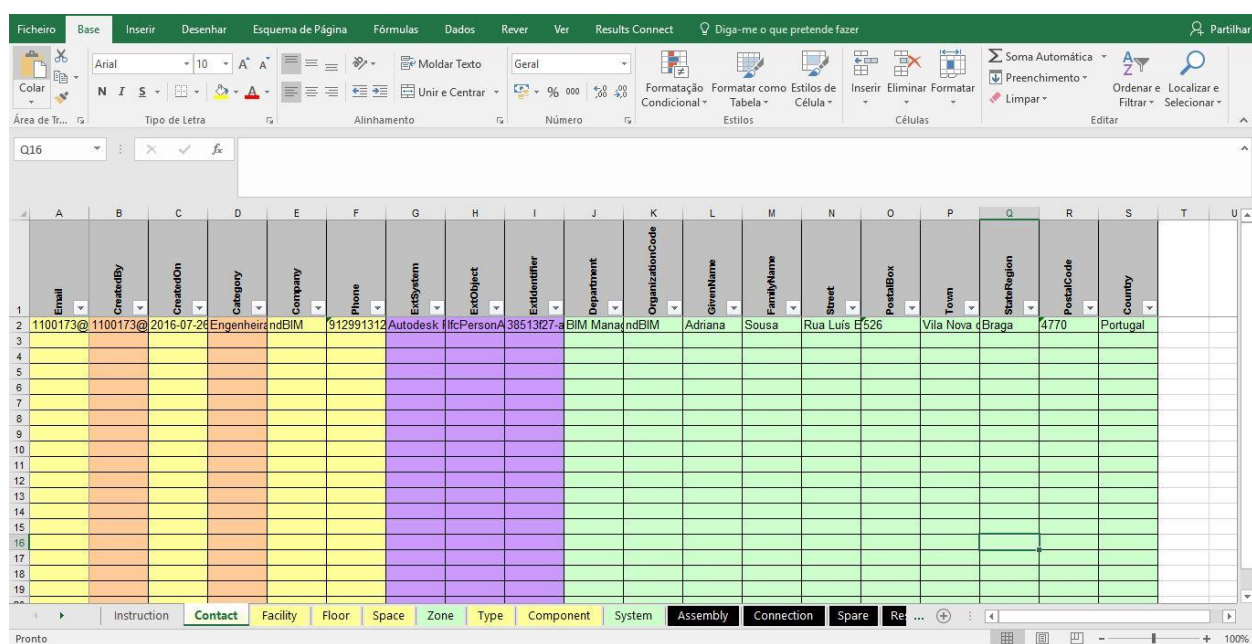


Figura III.2 – Folha *Contact* do COBie

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	ProjectName	SiteName	LinearUnits	AreaUnits	VolumeUnits	Currency/Unit	AnalysisAssessment	ExternalSystem	ExternalProjectObject	ExternalProjectIdentifier	ExternalSiteObject	ExternalSiteIdentifier	ExternalFacilityObject	ExternalFacilityIdentifier	Description	ProjectDescription
1	n/a	1100173@	2016-08-04	n/a	Project Na	n/a	Meters	Square Me	Cubic Met	None	Revit Defau	Autodesk	11fcProject	2Sg007P3	11fcSite	2Sg007P3	11fcBuilding	2Sg007P3	n/a	n/a
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				

Figura III.3 – Folha Facility do COBie

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	Description	Elevation	Height												
1																						
2	Soleira	1100173@	2016-08-04	Floor	Autodesk	Autodesk	1198648	n/a	0	n/a												
3	Piso inferior	1100173@	2016-08-04	Floor	Autodesk	Autodesk	1253959	n/a	3.85	n/a												
4	Piso superior	1100173@	2016-08-04	Floor	Autodesk	Autodesk	1254012	n/a	5.45	n/a												
5	Teto	1100173@	2016-08-04	Floor	Autodesk	Autodesk	1254130	n/a	6.39	n/a												
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						

Figura III.4 – Folha Floor do COBie

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	FloorName	Description	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	RoomTag	UsableHeight	GrossArea	NetArea			
1	Sanitário	1100173	2016-08-04	n/a	Soleira	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714, 1515(x64)	Autodesk	554655	n/a	n/a	8,6492	8,6492			
2	Corredor	1100173	2016-08-04	n/a	Soleira	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714, 1515(x64)	Autodesk	554656	n/a	n/a	16,253	16,253			
3	Sanitário (S)	1100173	2016-08-04	n/a	Soleira	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714, 1515(x64)	Autodesk	554657	n/a	n/a	6,0445	6,0445			
4	Embalagem/Expedição	1100173	2016-08-04	n/a	Soleira	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714, 1515(x64)	Autodesk	554658	n/a	n/a	69,9748	69,9748			
5	Sala de corte	1100173	2016-08-04	n/a	Soleira	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714, 1515(x64)	Autodesk	554659	n/a	n/a	25,4279	25,4279			
6	Acondicionamento	1100173	2016-08-04	n/a	Soleira	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714, 1515(x64)	Autodesk	554660	n/a	n/a	67,4065	67,4065			
7	Sala de lavagem	1100173	2016-08-04	n/a	Soleira	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714, 1515(x64)	Autodesk	554661	n/a	n/a	13,4268	13,4268			
8	Acabamento/Rótulagem	1100173	2016-08-04	n/a	Soleira	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714, 1515(x64)	Autodesk	554662	n/a	n/a	87,6867	87,6867			
9	Corredor	1100173	2016-08-04	n/a	Soleira	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714, 1515(x64)	Autodesk	554663	n/a	n/a	6,0487	6,0487			
10	Área técnica	1100173	2016-08-04	n/a	Soleira	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714, 1515(x64)	Autodesk	554664	n/a	n/a	9,7458	9,7458			
11	Gabinete 01	1100173	2016-08-04	n/a	Soleira	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714, 1515(x64)	Autodesk	554665	n/a	n/a	9,5231	9,5231			
12	Gabinete 02	1100173	2016-08-04	n/a	Soleira	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714, 1515(x64)	Autodesk	554666	n/a	n/a	11,4041	11,4041			
13	Gabinete 03	1100173	2016-08-04	n/a	Soleira	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714, 1515(x64)	Autodesk	554667	n/a	n/a	11,283	11,283			
14	Arquivo	1100173	2016-08-04	n/a	Soleira	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714, 1515(x64)	Autodesk	554668	n/a	n/a	6,3631	6,3631			
15	Câmara frigorífica	1100173	2016-08-04	n/a	Soleira	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714, 1515(x64)	Autodesk	554669	n/a	n/a	141,448	141,448			
16	Corredor	1100173	2016-08-04	n/a	Soleira	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714, 1515(x64)	Autodesk	554670	n/a	n/a	152,5237	152,5237			
17	Mostuário	1100173	2016-08-04	n/a	Soleira	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714, 1515(x64)	Autodesk	554671	n/a	n/a	46,343	46,343			
18	Vestibário (S)	1100173	2016-08-04	n/a	Soleira	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714, 1515(x64)	Autodesk	554672	n/a	n/a	9,9938	9,9938			
19	Corredor	1100173	2016-08-04	n/a	Soleira	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714, 1515(x64)	Autodesk	554673	n/a	n/a	62,0808	62,0808			
20	Escada	1100173	2016-08-04	n/a	Soleira	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714, 1515(x64)	Autodesk	554675	n/a	n/a	6,519	6,519			

Figura III.5 – Folha *Space* do COBIE

	A	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	Name	SpaceNames	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	Description					
1											
2	Zona de trabalho	10_Área técnica.11_ Gabinete 01.12_ Gabinete 02.13_ Gabinete 03	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714, 1515(x64)	RDES Revit COBIE	(1a176af5-ecd7-443f-8d2)	n/a					
3	Zona de descanso	18_ Vestibário (S).23_ Vestibário (H).26_ Sada de desc.	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714, 1515(x64)	RDES Revit COBIE	(2ad14b1-e22b-4283-ab1)	n/a					
4	Casas de banho	1_ Sanitário.22_ Sanitário (H).3_ Sanitário (S).44_ San	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714, 1515(x64)	RDES Revit COBIE	(15102a28-c906-4d8d-92)	n/a					
5	Zona de circulação	16_ Corredor.2_ Corredor.20_ Corredor.21_ Escada.24	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714, 1515(x64)	RDES Revit COBIE	(4d383081-d1f1-4dad-91)	n/a					
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											

Figura III.6 – Folha *Zone* do COBIE

ANEXO III – FOLHAS DE CÁLCULO COBIE

FicheiroBaseInserirDesenharEsquema de PáginaFórmulasDadosReverVerResults ConnectDiga-me o que pretende fazer

Colar

Arial10A+ A-

Figura III.7 – Folha *Type* do COBie

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Name	CreatedBy	CreatedOn	TypeName	Space	Description	AssemblySystem	AssemblyObject	AssemblyIdentifier	SerialNumber	InstallationDate	WarrantyStartDate
1	3786568	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04T11:41:05	Ceilings_ Teto para cobertura	378659	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714_1515(x64)	Autodesk Revit DB Ceiling	3786568	n/a	n/a	n/a
2	516240	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04T11:41:05	Ceilings_ 600 x 1200mm grid	41250	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714_1515(x64)	Autodesk Revit DB Ceiling	516240	n/a	n/a	n/a
3	516355	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04T11:41:05	Ceilings_ 600 x 1200mm grid	41250	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714_1515(x64)	Autodesk Revit DB Ceiling	516355	n/a	n/a	n/a
4	516657	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04T11:41:05	Ceilings_ 600 x 1200mm grid	41250	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714_1515(x64)	Autodesk Revit DB Ceiling	516657	n/a	n/a	n/a
5	534354	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04T11:41:05	Ceilings_ 600 x 1200mm grid	41250	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714_1515(x64)	Autodesk Revit DB Ceiling	534354	n/a	n/a	n/a
6	568163	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04T11:41:05	System Panel Glazed	22643	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714_1515(x64)	Autodesk Revit DB Panel	568163	n/a	n/a	n/a
7	568168	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04T11:41:05	System Panel Glazed	22643	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714_1515(x64)	Autodesk Revit DB Panel	568168	n/a	n/a	n/a
8	568400	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04T11:41:05	System Panel Glazed	22643	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714_1515(x64)	Autodesk Revit DB Panel	568400	n/a	n/a	n/a
9	568405	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04T11:41:05	System Panel Glazed	22643	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714_1515(x64)	Autodesk Revit DB Panel	568405	n/a	n/a	n/a
10	568511	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04T11:41:05	System Panel Glazed	22643	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714_1515(x64)	Autodesk Revit DB Panel	568511	n/a	n/a	n/a
11	568516	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04T11:41:05	System Panel Glazed	22643	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714_1515(x64)	Autodesk Revit DB Panel	568516	n/a	n/a	n/a
12	568626	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04T11:41:05	System Panel Glazed	22643	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714_1515(x64)	Autodesk Revit DB Panel	568626	n/a	n/a	n/a
13	568631	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04T11:41:05	System Panel Glazed	22643	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714_1515(x64)	Autodesk Revit DB Panel	568631	n/a	n/a	n/a
14	568633	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04T11:41:05	System Panel Glazed	22643	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714_1515(x64)	Autodesk Revit DB Panel	568633	n/a	n/a	n/a
15	568746	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04T11:41:05	System Panel Glazed	22643	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714_1515(x64)	Autodesk Revit DB Panel	568746	n/a	n/a	n/a
16	568751	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04T11:41:05	System Panel Glazed	22643	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714_1515(x64)	Autodesk Revit DB Panel	568751	n/a	n/a	n/a
17	568753	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04T11:41:05	System Panel Glazed	22643	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714_1515(x64)	Autodesk Revit DB Panel	568753	n/a	n/a	n/a
18	568890	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04T11:41:05	System Panel Glazed	22643	n/a	Autodesk Revit 2016, Build: 20150714_1515(x64)	Autodesk Revit DB Panel	568890	n/a	n/a	n/a

Figura III.8 – Folha *Component* do COBie

Figure III.9 displays a screenshot of the Microsoft Excel interface showing the 'Coordinate' sheet of the COBIE database. The spreadsheet contains data for various components, including their names, creation dates, categories, sheet names, room names, and coordinates (X, Y, Z). The data is organized into columns labeled A through L. The 'Coordinate' sheet is highlighted in the bottom tab bar.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	SheetName	RoomName	CoordinateX/Axis	CoordinateY/Axis	CoordinateZ/Axis	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier
1												
2	Soleira_LowerLeft	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04	Box-lowerleft	Floor	Soleira	-17.8496	-58.0925	95.57	Autodesk Revit 2016	Autodesk Revit DB	Autodesk Revit DB
3	Soleira_UpperRightLeft	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04	Box-upperright	Floor	Soleira	-17.4996	-41.4665	95.97	Autodesk Revit 2016	Autodesk Revit DB	Autodesk Revit DB
4	Piso inferior_LowerLeft	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04	Box-lowerleft	Floor	Piso inferior	-17.8696	-35.0184	99.9812	Autodesk Revit 2016	Autodesk Revit DB	Autodesk Revit DB
5	Piso inferior_UpperRightLeft	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04	Box-upperright	Floor	Piso inferior	-17.3941	-34.5429	100.8166	Autodesk Revit 2016	Autodesk Revit DB	Autodesk Revit DB
6	Piso superior_LowerLeft	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04	Box-lowerleft	Floor	Piso superior	-17.3496	-34.9689	100.82	Autodesk Revit 2016	Autodesk Revit DB	Autodesk Revit DB
7	Piso superior_UpperRightLeft	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04	Box-upperright	Floor	Piso superior	-12.3673	-34.4194	100.87	Autodesk Revit 2016	Autodesk Revit DB	Autodesk Revit DB
8	Teto_LowerLeft	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04	Box-lowerleft	Floor	Teto	-17.4996	-34.6189	103.76	Autodesk Revit 2016	Autodesk Revit DB	Autodesk Revit DB
9	Teto_UpperRightLeft	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04	Box-upperright	Floor	Teto	-17.4496	-34.5689	105.36	Autodesk Revit 2016	Autodesk Revit DB	Autodesk Revit DB
10	Teto do anexo_LowerLeft	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04	Box-lowerleft	Floor	Teto do anexo	7.68	-14.9706	99.17	Autodesk Revit 2016	Autodesk Revit DB	Autodesk Revit DB
11	Teto do anexo_UpperRightLeft	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04	Box-upperright	Floor	Teto do anexo	9.995	-9.1733	99.37	Autodesk Revit 2016	Autodesk Revit DB	Autodesk Revit DB
12	1. Sanitário_LowerLeft	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04	Box-lowerleft	Space	1. Sanitário	-17.1996	-11.3337	96.97	Autodesk Revit 2016	Autodesk Revit DB	Autodesk Revit DB
13	1. Sanitário_UpperRightLeft	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04	Box-upperright	Space	1. Sanitário	-12.4917	-9.4966	100.22	Autodesk Revit 2016	Autodesk Revit DB	Autodesk Revit DB
14	2. Corredor_LowerLeft	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04	Box-lowerleft	Space	2. Corredor	-13.7884	-29.648	96.97	Autodesk Revit 2016	Autodesk Revit DB	Autodesk Revit DB
15	2. Corredor_UpperRightLeft	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04	Box-upperright	Space	2. Corredor	-12.4917	-17.1142	100.22	Autodesk Revit 2016	Autodesk Revit DB	Autodesk Revit DB
16	3. Sanitário (S)_LowerLeft	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04	Box-lowerleft	Space	3. Sanitário (S)	-17.1996	-21.5516	96.97	Autodesk Revit 2016	Autodesk Revit DB	Autodesk Revit DB
17	3. Sanitário (S)_UpperRightLeft	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04	Box-upperright	Space	3. Sanitário (S)	-13.8784	-19.7316	100.22	Autodesk Revit 2016	Autodesk Revit DB	Autodesk Revit DB
18	4. Embalagem/Expedição_LowerLeft	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04	Box-lowerleft	Space	4. Embalagem/Expedição	-12.3317	-32.5958	96.97	Autodesk Revit 2016	Autodesk Revit DB	Autodesk Revit DB
19	4. Embalagem/Expedição_UpperRightLeft	1100173@isep.ipp.pt	2016-08-04	Box-upperright	Space	4. Embalagem/Expedição	2.39	-27.8425	100.97	Autodesk Revit 2016	Autodesk Revit DB	Autodesk Revit DB

Figura III.9 – Folha *Coordinate* do COBie

Figure III.10 displays a screenshot of the Microsoft Excel interface showing the 'PickLists' sheet of the COBIE database. The spreadsheet contains data for various components, including their names, creation dates, categories, sheet names, room names, and coordinates (X, Y, Z). The data is organized into columns labeled A through J. The 'PickLists' sheet is highlighted in the bottom tab bar.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Assembly/Assembly Type	Category/Connection	Category/Coordinate	Category/Document	Category/Element	Category/Facility	Category/Floor	Category/Impact	Category/Issue	Category/Job
1										
2	Excluded	Control	Point	Certificates	21-01 00 00 Substructure	11-11 00 00 Assembly Facility	Floor	Cost	Change	Adjustme
3	Fixed	Flow	Line-end-one	Client Requirements	21-01 10 Foundations	11-11 11 00 Convention and Exhibition Facility	Roof	Climate Change	Claim	Calibrati
4	Included	Return	Line-end-two	Closeout Submittals	21-01 10 10 Standard Foundations	11-11 11 11 Convention Center	Site	Primary Energy Consumption	Coordination	Emergenc
5	Layer	Supply	Box-lowerleft	Contract Drawings	21-01 10 10 10 Wall Foundations	11-11 11 17 Conference Facility		Environmental	Inspection	Operatio
6	Mix	Structural	Box-upperright	Contract Drawings	21-01 10 10 30 Column Foundations	11-11 14 00 Meeting Facility		Function	Operation	Inspectio
7	Optional			Contract Modifications	21-01 10 10 90 Standard Foundation Supplementary Components	11-11 14 11 Club or Organization Building		IndoorAirQuality	PM	
8				Contract Specifications	21-01 10 20 Special Foundations	11-11 14 14 Ceremonial Hall		Installation	Safety	
9				Design Data	21-01 10 20 10 Driven Piles	11-11 21 00 Entertainment Assembly Facility		RFI	ShutDown	
10				Design Review/Comment	21-01 10 20 15 Bored Piles	11-11 21 11 Cinema		Safety	StartUp	
11				Manufacturer Field Reports	21-01 10 20 20 Caissons	11-11 21 17 Performing Arts Facility		Specification	Testing	
12				Manufacturer Instructions	21-01 10 20 30 Special Foundation Walls	11-11 21 17 11 Auditorium and Theater Facility			Trouble	
13				Operation and Maintenance	21-01 10 20 40 Foundation Anchors	11-11 21 17 14 Outdoor Theater				
14				Preconstruction Submittals	21-01 10 20 50 Underpinning	11-11 21 21 Casino				
15				Product Data	21-01 10 20 60 Ratt Foundations	11-11 21 22 Theme Park				
16				Punch List Items	21-01 10 20 70 Pile Caps	11-11 21 23 Fair or Circus Ground				
17				Request for Information	21-01 10 20 80 Grade Beams	11-11 21 24 Race Track				
18				Requests for Information	21-01 20 Subgrade Enclosures	11-11 21 24 11 Horse Racing Track				
19				Samples	21-01 20 10 Walls for Subgrade Enclosures	11-11 21 24 14 Dog Racing Track				
20				Shop Drawings	21-01 20 10 10 Subgrade Enclosure Wall Construction	11-11 21 24 17 Automobile Racing Track				

Figura III.10 – Folha *PickLists* do COBie